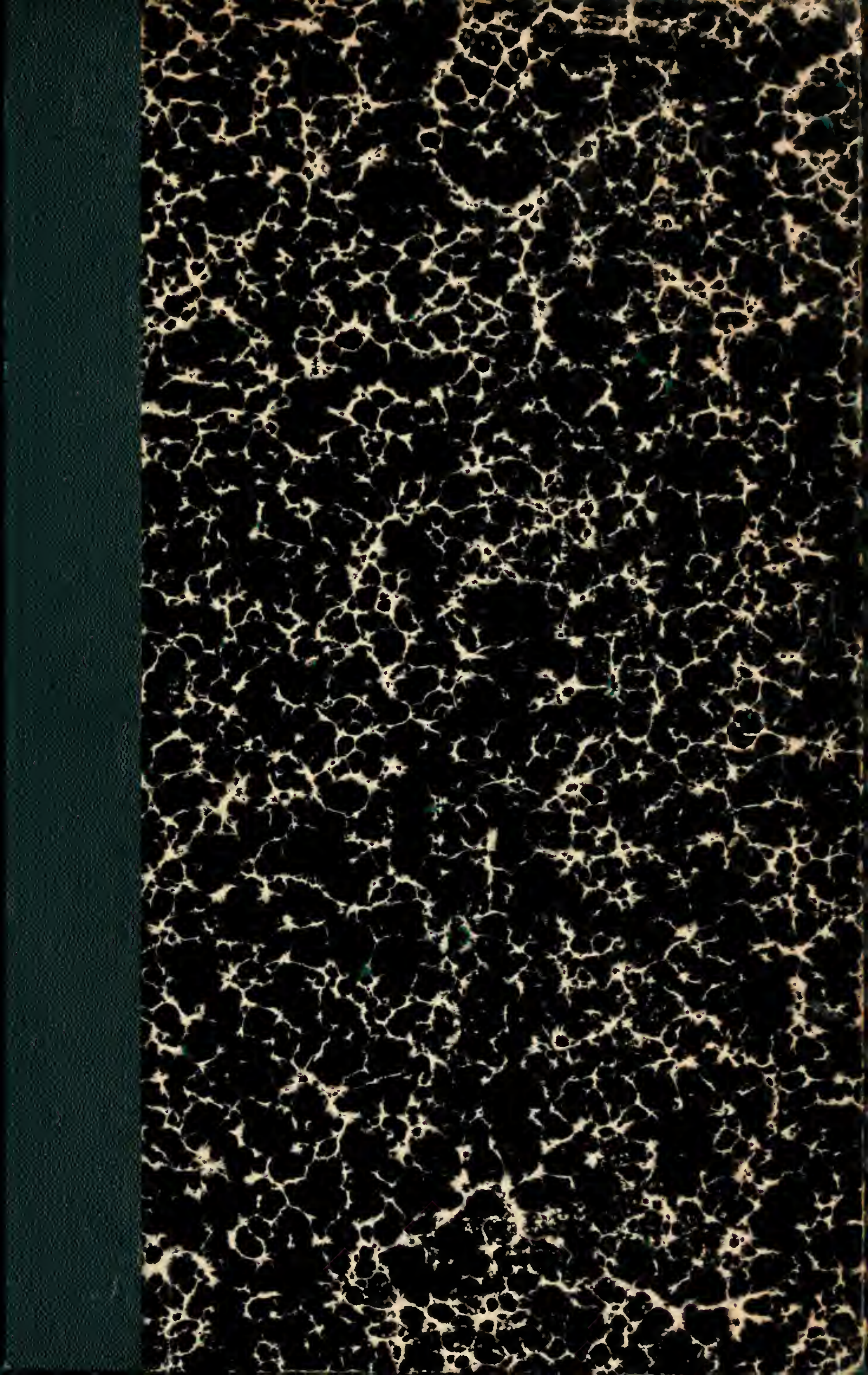
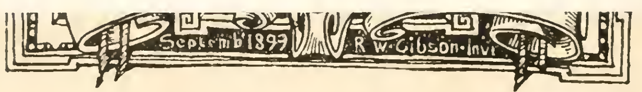



Septemb'1899
R. W. Gibson Invt

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Imprimerie Ramboz et Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME CINQUANTE ET UNIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1874

NOTICE

SUR

LE PROCHAIN PASSAGE DE VÉNUS

PAR

M. le Professeur **ALFRED GAUTIER**.

Le passage de Vénus sur le disque du Soleil qui aura lieu dans la nuit du 8 au 9 décembre de cette année excite à très-juste titre l'attention et l'intérêt du monde savant. Ce phénomène, qui se renouvelle seulement deux fois par siècle, à huit ans de distance, ne sera pas visible pour nous, l'entrée de Vénus sur le Soleil, rapportée au centre de la Terre, ayant lieu, en temps civil de Paris, le 9 décembre de $1^h 56^m$ à $2^h 26^m$ du matin, et sa sortie de $6^h 6^m$ à $6^h 35^m$, d'après l'*Annuaire du Bureau des longitudes*. Mais il sera observable dans une grande partie de notre globe, surtout dans l'Asie orientale, l'Australie et les Océans Indien et Pacifique.

On sait que la grande importance de l'observation de ces passages tient à ce que, si elle peut être exactement faite en des points de la Terre très-éloignés les uns des autres et favorablement placés, elle fournit un des meilleurs moyens de déterminer la distance de la Terre au Soleil.

Sir Georges Airy, astronome royal à Greenwich, dans une communication faite à la Société astronomique de Londres, dès le 8 avril 1857, et reproduite par extrait dans le numéro d'avril suivant de la *Bibliothèque Universelle* de

Genève, était déjà entré dans l'examen des circonstances des passages de Vénus de 1874 et de 1882, ainsi que des stations les plus avantageuses pour les observer.

Dès lors, ce savant si éminent n'a, pour ainsi dire, pas cessé de s'occuper de ce sujet, soit par de nouvelles publications accompagnées de cartes, soit en exerçant son influence sur le gouvernement britannique pour accorder les fonds nécessaires à de nombreuses expéditions. Il a ensuite dirigé la construction des instruments nécessaires; il les a fait rassembler et essayer à l'observatoire de Greenwich, et y a exercé à leur emploi ceux qui devaient s'en servir, conjointement avec M. Tupman. D'autres astronomes ont donné une impulsion analogue sur le continent d'Europe, ainsi qu'aux États-Unis d'Amérique; et il s'est établi aussi sur ce prochain passage un concours nombreux de publications diverses, dans le détail desquelles je ne puis entrer ici. Je me bornerai à indiquer celles qui m'ont été le plus utiles pour la rédaction de la présente Notice.

M. Airy a eu la bonté de m'adresser un exemplaire de son dernier *Rapport* au Bureau officiel des visiteurs de l'observatoire de Greenwich, dans sa visite du 6 juin 1874, rapport suivi des instructions détaillées qu'il a données aux observateurs anglais du prochain passage. J'ai eu aussi à ma disposition un Mémoire fort instructif et assez étendu sur le même sujet, de M. le professeur Georges Forbes, inséré dans les numéros du 9 avril au 7 mai 1874 du journal scientifique anglais *Nature*[1]. Je dois

[1] M. Georges Forbes, professeur de philosophie naturelle à Glasgow, et, en ce moment, chef de l'une des stations britanniques aux îles Sandwich pour l'observation du passage de Vénus, est fils de M. James-David Forbes, savant distingué, auquel on doit, en particulier, de-

citer encore un article intéressant de M. Radau, publié dans le n° du 15 janvier de la *Revue des deux Mondes*, et un Rapport fait à la séance de l'Académie des Sciences de Paris du 29 juin, par le célèbre M. Dumas, l'un de ses secrétaires perpétuels, au nom de la Commission de cette Académie sur le passage de Vénus, dont il a été le président.

Muni de ces documents, je vais entrer dans quelques détails sur les immenses préparatifs auxquels le prochain passage de Vénus a donné lieu en divers pays, en rappelant d'abord en quoi consiste l'observation de ce phénomène céleste.

Lorsque la brillante planète dont il s'agit, passant dans sa conjonction inférieure entre la Terre et le Soleil, se trouve tout près de la droite joignant les centres de ces deux astres, elle se projette pour nous, comme un très-petit disque noir, sur le disque brillant du Soleil, et y décrit en quelques heures une corde plus ou moins grande, suivant qu'elle se trouve plus ou moins rapprochée de la ligne des centres. A cette époque, Vénus n'est distante de la Terre que d'environ les trois dixièmes de la distance moyenne de la Terre au Soleil. Il résulte de ce rapprochement que des observateurs placés en des points de la Terre très-éloignés les uns des autres, doivent rapporter Vénus sur des points du disque solaire un peu différents, et que les instants du commencement et de la fin du

beaux travaux sur la théorie de la formation et du mouvement des glaciers. Il avait de nombreux amis à Genève. Après avoir été professeur de philosophie naturelle à Édimbourg, puis Principal des Colléges réunis de l'université de Saint-André, il est mort à Clifton le 31 décembre 1868. Ses successeurs à Édimbourg et à Saint-André ont publié, en 1873, une intéressante biographie sur lui.

passage ne doivent pas être les mêmes pour ces observateurs.

On nomme *angle de parallaxe* celui qui est la mesure de la différence de direction à laquelle deux observateurs, éloignés l'un de l'autre, rapportent un même objet. Cet angle est le même que celui sous lequel, depuis cet objet, on verrait la distance entre les deux observateurs.

Dans le cas actuel, la mesure exacte des différences observées des instants du passage, ou des positions de Vénus sur le disque, donne le moyen d'en déduire, par la trigonométrie et la troisième loi de Kepler, ce qu'on nomme la *parallaxe du Soleil,* c'est-à-dire l'angle que soustend le rayon du globe terrestre vu du Soleil; et une fois cet angle connu, on en conclut immédiatement la distance du Soleil à la Terre évaluée en rayons terrestres.

L'angle de parallaxe dont il s'agit étant un peu moindre de neuf secondes de degré, on comprend tout à la fois la difficulté et l'importance de son exacte détermination, puisque chaque seconde correspond, pour l'élément cherché, à une longueur de près de quatre millions de lieues.

Aussi, pendant un grand nombre de siècles, les astronomes n'ont connu que très-imparfaitement l'élément si essentiel de la distance du Soleil à la Terre. Ce n'est guère qu'après le passage de Vénus qui a eu lieu en juin 1769, à la suite de nombreuses expéditions entreprises pour l'observer en divers points de la Terre, qu'on en a obtenu une valeur rapprochée de la vraie. Celle de 8″,58 obtenue par le célèbre astronome Encke, par la discussion des observations de ce passage, a été longtemps regardée, dans le siècle actuel, comme devant être exacte. Mais on est arrivé dès lors, par plusieurs autres méthodes

que je ne puis exposer ici, à une parallaxe de 8″,8 à 8″,9 : et une nouvelle révision des observations du passage de 1769 a confirmé ces dernières évaluations, qui diminuent sensiblement la distance du Soleil à la Terre résultant de la parallaxe déterminée par Encke.

Il y a actuellement trois méthodes principales pour l'observation des passages de Vénus. La première, indiquée par Halley dès 1677, consiste à choisir des stations où l'on puisse observer à la fois les instants, soit de l'entrée de la planète sur le disque du Soleil, soit de sa sortie, et où le passage présente des différences de durée aussi grandes que possible. Elle a l'avantage d'être indépendante de la longitude des lieux d'observation, mais le prochain passage ne sera pas favorable à l'application de cette méthode. La seconde méthode, signalée par l'astronome Delisle, est fondée sur la détermination du temps absolu de l'entrée ou de la sortie de Vénus sur le disque solaire, effectuée en divers points de la Terre dont on puisse bien connaître la longitude géographique. La troisième, plus nouvelle, consiste dans l'application des procédés photographiques à l'observation de ce phénomène.

Ce sont les deux dernières méthodes qui seront généralement suivies pour le passage de cette année. Celle de Delisle exigeant une exacte détermination de la longitude, en chaque station où elle n'est pas encore bien connue, cet élément devra être obtenu, soit par des occultations d'étoiles par la Lune, s'il s'en présente, soit par des observations lunaires, soit par des signaux ou des transports de chronomètres.

La méthode photographique peut être employée de diverses manières. M. Dallmeyer a construit, sous la direction de M. Warren De la Rue, des photo-héliographes,

analogues à celui de l'observatoire de Kew, dans lesquels l'image du Soleil, au foyer d'une lunette ordinaire, est agrandie par un arrangement spécial, de manière à en donner une représentation d'environ quatre pouces de diamètre. L'instrument est monté équatorialement, de manière à suivre le mouvement apparent du Soleil.

M. Rutherford de New-York a obtenu de très-belles photographies de la Lune, en employant une lentille d'une grande longueur focale, et ce procédé sera appliqué par les Américains et par lord Lindsay, au moyen de sidérostats construits sur les principes de M. Foucault, et consistant en un miroir plan, monté de manière à amener toujours les rayons du Soleil dans la même direction horizontale. A une distance focale de quarante pieds, qui est celle de la lentille, on obtient une image du Soleil d'environ quatre pouces de diamètre. M. Janssen a présenté aussi, au commencement de juillet, à l'Académie des Sciences de Paris, avant son départ pour le Japon, des images solaires de vingt centimètres de diamètre.

Le même savant a imaginé un appareil à plaque tournante, qui permet de prendre, à intervalles d'une seconde, cinquante photographies de Vénus et de la partie du bord du Soleil environnante. C'est un plateau denté, portant la plaque sensible, mis en mouvement continu par un engrenage d'horlogerie, et ayant un pignon à dents séparées. Une fente d'un disque percé détermine la production d'une image, par son passage sur la plaque sensible instantanément en repos. En prenant une série de photographies de ce genre, au moment où le contact des deux astres va se produire, on est sûr d'obtenir l'image de ce contact, ainsi que l'instant précis du phénomène. M. Janssen espère que les images photographiques seront affran-

chies, au moins en partie, des apparences accidentelles qui compliquent d'une manière fâcheuse l'observation optique des contacts [1].

Le gouvernement britannique a ordonné l'envoi de sept expéditions, en mettant à leur tête le capitaine Tupman, sous la direction générale de sir George Airy, auquel tous les résultats des observations devront être adressés, en tant que propriétés de l'État.

Chaque station a été pourvue d'un instrument de passage, ou lunette méridienne, d'un altazimuth, instrument muni de cercles de hauteur et d'azimuth, assez analogue aux grands théodolites géodésiques, d'un équatorial à lunette de six pouces d'ouverture, pourvue d'un mouvement d'horlogerie, de pendules, chronomètres, lunettes mobiles, etc., etc. Ces instruments ont été construits exprès, ou prêtés par diverses institutions et par des particuliers. M. Airy dit dans son dernier Rapport, mentionné ci-dessus, qu'on pourra appliquer à l'observation vingt-trois télescopes (soit lunettes achromatiques), dont neuf seront pourvues d'un micromètre à double image [2], de neuf instruments de passage, de six altazimuths, et de cinq photo-héliographes, pour chacun desquels M. Dall-

[1] Voyez le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 6 juillet, page 6. Ce sont MM. Rédier père et fils qui ont construit le nouvel appareil de M. Janssen.

[2] Le micromètre à double image, inventé par M. Airy, et décrit par lui dans le volume des observations de Greenwich pour 1840, consiste en une lentille d'oculaire, coupée diamétralement, comme l'objectif des héliomètres, en deux moitiés, dont l'une est mobile à l'aide d'une vis micrométrique. On peut obtenir ainsi, pendant le passage, plusieurs évaluations de la distance de Vénus au bord du Soleil, et déterminer exactement aussi l'instant du contact, par la mesure répétée de la ligne des cornes, ou des extrémités du croissant de Vénus à son entrée et à sa sortie.

meyer a exécuté un appareil de Janssen à plaque tournante. Quinze observatoires portatifs ont été préparés.

Les lunettes méridiennes doivent servir, soit pour la détermination du temps, soit pour celle de la longitude par des passages de la Lune et d'étoiles voisines.

Les distances zénitales d'étoiles circomméridiennes, observées au nord et au sud du zénith avec l'altazimuth, serviront à déterminer les latitudes. Le même instrument pourra servir aussi à déterminer le temps, par des distances zénitales d'étoiles à l'est et à l'ouest, quand l'instrument des passages serait endommagé. Mais le principal usage de l'altazimuth, d'après les instructions de M. Airy, doit être son application à la détermination des longitudes, par des observations de distances zénitales ou d'azimuths de la Lune et d'étoiles, un peu comme on le fait sur mèr par la méthode des distances lunaires, mais avec bien plus de circonstances favorables pour la précision des résultats. Il estime qu'en trois mois on peut obtenir au moins cinquante observations de la première moitié de la lunaison et cinquante de la seconde. On emploiera aussi, toutes les fois que cela sera possible, les procédés télégraphiques.

Quant à l'observation du passage lui-même, les instants précis des contacts extérieurs des bords de Vénus et du Soleil sont difficiles à saisir à l'œil, et ce sont ceux des contacts intérieurs de ces mêmes bords qu'il faut s'attacher surtout à déterminer exactement. Cette observation présente quelque difficulté, à cause des apparences accidentelles auxquelles elle donne lieu. On aperçoit souvent, avant la rupture du contact intérieur des bords du Soleil et de la planète, une sorte de bande ou de *ligament* noir, qui se maintient pendant quelques secondes, comme

si la tache obscure était attachée au bord; puis ce ligament se rompt tout à coup, et un filet de lumière jaillit entre le disque noir et le bord solaire. Aussi, pour étudier ces apparences, pour familiariser les divers observateurs avec les phénomènes de ce genre, et pour déterminer leurs équations personnelles, un modèle représentant les circonstances du passage de Vénus avait été érigé à l'observatoire de Greenwich, pour servir à des essais préliminaires. MM. Wolf et André ont aussi reproduit artificiellement, à l'observatoire de Paris, les conditions de ce même passage, et ils ont été amenés ainsi à constater que l'apparence accidentelle dépend surtout d'imperfections dans les lunettes, qu'il est possible de corriger. Il y a aussi des différences constantes, tenant à des causes physiologiques, entre les instants des contacts estimés par divers observateurs.

Le Soleil se trouvera malheureusement, lors du prochain passage et pendant sa durée, peu élevé au-dessus de l'horizon dans la plupart des stations, et les vapeurs atmosphériques seront un obstacle à la précision des observations. Aussi M. Airy, pour corriger la dispersion atmosphérique et procurer des images plus nettes, a fait construire par M. Simms une nouvelle espèce d'oculaire, dans lequel la lentille la plus voisine de l'œil est hémisphérique. Sa surface, du côté de l'œil, est plane, et la lentille étant mobile sur elle-même, sa partie plane inclinée fait l'office d'un prisme d'angle variable.

Les observations micrométriques pendant la durée du passage peuvent suppléer utilement celles des contacts, mais elles doivent leur être subordonnées.

Je vais maintenant passer rapidement en revue les diverses stations, en commençant par les sept anglaises, réparties en cinq districts.

1° La station d'*Alexandrie*, en Égypte, située à la latitude nord de 31° 12′, a pour chef le capitaine et astronome Browne, et pour observateurs le capitaine Abney, très-habile photographe, et l'astronome Hunter. Le chef de ce district est spécialement chargé des arrangements télégraphiques d'où peut dépendre la détermination de la longitude par communication avec Cornouailles. S'il y a trop de difficulté, il déterminera la longitude fondamentale avec l'altazimuth, au Caire ou ailleurs. S'il y a d'autres observateurs près le canal de Suez, à Thèbes ou en des lieux voisins, on fera des efforts pour déterminer la différence en longitude de ces stations.

2° Le district des *îles Sandwich*, situées, comme on sait, dans l'Océan Pacifique, à environ 20 degrés de latitude nord, et à peu près vis-à-vis de la Californie, se composera de trois stations, dont une à *Honolulu*, ayant pour chef le capitaine Tupman, une autre à *Owhihee*, commandée par le professeur Georges Forbes, et la troisième à *Atooi*, avec l'astronome R. Johnson pour chef. La longitude fondamentale sera déterminée à Honolulu par l'altazimuth ; de ce point on enverra des chronomètres aux deux autres stations, où des instruments de passage seront établis, en répétant les transports alternatifs des chronomètres aussi fréquemment que possible, pour bien déterminer les diffférences de longitude. Il est peu probable qu'on puisse avoir une communication chronométrique du même genre avec San-Francisco, mais si un instrument de passages pouvait y être établi, on devrait chercher à se relier à cette station.

3° La station dans l'île *Rodriguez*, située à la latitude australe de 20 degrés, non loin des îles Maurice et Bourbon, aura pour chef le lieutenant Neate de la marine

royale. Il devra user de tous ses pouvoirs, par le service de son vaisseau et peut-être par l'assistance du yacht de lord Lindsay, pour établir une communication chronométrique, répétée aussi souvent que possible, entre les stations de Rodriguez, de Maurice, où lord Lindsay s'établira probablement, et de Bourbon, où le gouvernement hollandais doit en établir une. Il sera difficile de communiquer avec Aden, station télégraphique, vu la grande distance, à moins que l'expédition ne revienne par cette voie. On doit prendre en cette station des précautions contre les ouragans.

4° La station à *Christ-church*, dans la *Nouvelle-Zélande*, grande île située au sud-est de l'Australie, à environ 40 degrés de latitude sud, aura pour chef le major Palmer des ingénieurs royaux. Il sera très-important qu'elle soit mise en connexion avec la ligne télégraphique circulant le long de l'île. Elle communiquera ainsi avec l'importante station américaine de *Port Bluff*, ainsi qu'avec l'observatoire de *Wellington*, dont la longitude a été exactement déterminée par des passages de la Lune et par d'autres méthodes. Si des observateurs sont établis sur les îles *Chatham* et *Auckland*, des efforts devront être faits pour déterminer les différences de longitude en ces stations. Il ne paraît pas probable qu'une communication effective avec l'Australie puisse être établie dans le cours de cette expédition.

5° Enfin, la double station dans l'île de *Kerguelen*, située dans l'Océan Indien, à 50 degrés de latitude australe, aura pour principal chef le Révér. S. J. Perry, à *Christmas Harbour*, et le lieutenant Corbet de la marine royale pour suppléant et pour chef au *Port Palliser*, dont le choix n'est pas encore définitif. La détermination de la

longitude absolue est de la plus haute importance en ce district, parce qu'elle sera probablement fondamentale pour ces parages, et parce que cette localité est très-avantageuse pour l'observation du passage de Vénus. On devra lier chronométriquement Christmas Harbour, non-seulement avec les différents points de l'île où il y aura des stations, mais aussi avec celles dans l'île d'*Heard*.

Outre les chefs astronomes et les observateurs appointés pour chaque district, trois officiers du corps royal des ingénieurs ont été attachés à chacun des cinq districts.

Je passe maintenant aux préparatifs faits par d'autres États, d'après les renseignements que j'ai pu recueillir.

Dès 1866, une Commission, présidée à Paris par l'amiral Jurien de la Gravière, fut chargée par le ministre de l'instruction publique d'indiquer les mesures à prendre pour faciliter aux astronomes français l'observation du passage de Vénus. M. Puiseux se livra dès lors à un examen minutieux de toutes les circonstances de ce phénomène, et traça sur une mappemonde les lignes propres à guider les observateurs dans le choix de leurs stations. On comprend facilement que la guerre de 1870 à 1871, désastreuse pour la France, ait dû suspendre les préparatifs. Une nouvelle Commission, instituée en janvier 1870, a cependant repris les questions à résoudre, mais elle a perdu successivement, par décès, trois de ses membres, MM. Laugier, Delaunay et le maréchal Vaillant. Les deux secrétaires de l'Académie des Sciences et M. Fizeau ont été appelés à les remplacer, et M. Dumas, nommé président de la Commission, a mérité, par le zèle qu'il y a déployé, des remercîements de l'Académie.

La Commission a organisé six stations françaises,

pourvues chacune d'un cercle-méridien, d'un grand équatorial, d'un appareil photo-héliographique, de chronomètres enregistreurs, etc. Quatre des équatoriaux ont des lunettes de huit pouces de diamètre, construites par M. Eichens avec des objectifs de M. Evrard. On espère que leur dimension fera disparaître la bande ou goutte noire dans les contacts intérieurs. Chaque station a été munie, d'ailleurs, d'un équatorial de six pouces, dont deux construits par M. Eichens, deux par M. Secretan, et dont les deux autres, munis d'un mouvement d'horlogerie, ont été construits dans nos ateliers genevois d'instruments de physique et d'astronomie, institués à Plainpalais il y a une quinzaine d'années, sous le patronage du savant si distingué, dont nous regrettons profondément la perte pour notre patrie, M. le professeur Auguste de la Rive.

La Commission a adopté le système d'observations et d'appareils photographiques de M. Fizeau, qui a surveillé la construction des appareils confiée à M. Lorieux, et a initié les opérateurs aux détails pratiques, pour les cinq stations où auront lieu les observations photographiques. M. d'Abbadie, membre de la Commission, a fait les frais de l'un des cinq appareils; M. Wolf a examiné les équatoriaux. Des instructions détaillées, rédigées par MM. Yvon Villarceau et Fizeau, ont été remises aux observateurs.

Le ministre de la marine a autorisé le prêt de divers instruments du dépôt de ce ministère, entre autres celui de trente-un chronomètres déjà éprouvés.

Deux des stations seront dans les mers australes : l'une à l'*île Campbell*, un peu au midi de la Nouvelle-Zélande, par 53 degrés de latitude sud, sera commandée par M. Bouquet de la Grye, ingénieur hydrographe ; l'autre à l'*île Saint-Paul*, dans l'Océan Indien, à 38 degrés de latitude

sud, aura pour chef M. Mouchez, capitaine de vaisseau, membre du bureau des longitudes. Ces deux îles étant désertes, ont dû être approvisionnées pour cinq mois de vivres et de combustibles.

Il y aura trois stations françaises dans l'hémisphère boréal : l'une à *Yokohama*, au Japon, commandée par M. Janssen, membre de l'Institut ; une autre en Chine, à *Pékin*, commandée par M. Fleuriais, lieutenant de vaisseau ; la troisième à *Saïgon*, en Cochinchine, commandée par M. Héraud, ingénieur hydrographe. La dernière station, commandée par l'astronome André, sera établie à *Nouméa*, dans la nouvelle Calédonie, près le tropique du Capricorne.

Il y aura en tout quinze observateurs et quinze auxiliaires. Les 300,000 francs votés par l'assemblée nationale pour ces expéditions ne suffisant pas, le ministre de la marine a consenti à y suppléer sur les fonds de son ministère.

Les renseignements subséquents sont en grande partie extraits du Mémoire de M. Forbes, cité plus haut.

Les Allemands ont envoyé cinq ou six expéditions, savoir : 1° à *Cheefoo*, port de mer chinois, situé au nord-est de ce vaste empire, à environ 37° $^1/_2$ de latitude boréale, où l'entrée de Vénus sur le disque du Soleil sera accélérée et sa sortie retardée ; 2° aux *îles Macdonald*, près de l'île de Kerguelen, où l'entrée sera retardée et la sortie accélérée ; 3° aux *îles Auckland*, près de l'île Campbell, favorables à une sortie accélérée ; 4° à *l'île Maurice*, où l'entrée sera retardée, et 5° à *Ispahan*, en Perse, où ce sera la sortie qui le sera.

On fera usage, dans ces stations, des diverses mé-

thodes d'observation, en y employant quatre héliomètres de Fraunhofer, de trois pouces d'ouverture et trois pieds et demi de longueur focale ; quatre lunettes du même artiste de quatre pouces et demi d'ouverture et de six pieds de foyer, montées équatorialement ; deux photo-héliographes de Steinheil de cinq pouces et demi d'ouverture, et deux autres de quatre pouces, avec quadruples objectifs. On y aura aussi des instruments de passage, avec lunettes diagonales selon la méthode russe, et des altazimuths, munis de cercles divisés de douze à quatorze pouces de diamètre. C'est le Dr Auwers qui, en sa qualité de secrétaire de la Commission allemande, a organisé les expéditions, en discutant à fond les méthodes et entrant dans tous les détails d'exécution.

Les stations russes où se feront l'observation du passage de Vénus, si le temps n'est pas nébuleux, sont au nombre de vingt-six, et elles ont été multipliées en Sibérie, pour augmenter le nombre des chances d'observation, dans une saison aussi défavorable que l'est le mois de décembre. Onze d'entre elles, regardées comme les plus importantes, telles que celles de Sibérie et de Russie orientale, où les entrées seront accélérées et les sorties retardées, seront confiées à des observateurs très-exercés, et seront pourvues d'équatoriaux de six pouces d'ouverture, d'héliomètres de quatre pouces, ou de photo-héliographes construits sur le modèle anglais de M. Dallmeyer. Dix autres, dont une à Thèbes, une à Pékin et une à Yeddo, auront un assortiment d'instruments un peu moins complet. Les cinq dernières seront en seconde ligne sous le rapport des observateurs et des instruments. Il y aura bien quelques autres stations en Russie, qui pourront peut-être être utilisées, mais le Soleil y sera très-bas. Il

n'aura que 8 à 10 degrés de hauteur à Kazan, 5 à Charkoff et à Odessa, 6 à Nicolaieff, et il sera à l'horizon de Moscou. Toutes les expéditions russes ont été organisées sous la direction de M. Otto Struve, qui s'est concerté, sous ce rapport, avec les observateurs d'autres pays. Les astronomes russes ont introduit dernièrement, avec grand succes, une méthode de correction secondaire à appliquer aux chronomètres, pour les erreurs dans leur marche provenant de l'influence de la température sur le balancier et le ressort spiral. Un de leurs chronomètres est sans compensation. La différence entre sa marche et celle des autres donne la mesure de la somme totale des températures auxquelles ils ont été exposés. On peut alors, à l'aide d'une table dressée d'après un nombre suffisant d'observations, estimer le montant de la correction secondaire à effectuer. Ainsi, dix chronomètres, entre deux stations à dix journées de distance, telles que Pétersbourg et Kazan, accompagnés d'un chronomètre non compensé, donneront, dit-on, en un seul voyage, par ce procédé, la longitude d'une station intermédiaire, telle que Moscou, à un dixième près de seconde de temps.

Les États-Unis d'Amérique auront huit stations d'observation, dont une en Sibérie et les autres à Pékin, à Nangasaki, aux îles de Crozet et de Kerguelen dans l'Océan Indien, à Hobart-Town en Tasmanie, à la Nouvelle-Zélande, et à l'île de Chatham dans l'Océan Pacifique austral. C'est à M. Hill et au professeur Newcomb qu'on doit surtout le choix des stations et l'organisation des expéditions. On fera un grand usage de photographie en ces stations, d'après les instructions de M. Rutherford. On y emploiera une lentille de quarante pieds de distance

focale, et on mesurera tout à la fois les angles de position et les distances au centre.

Les Italiens envoient trois expéditions, munies de spectroscopes, pour observer les contacts extérieurs. Les Hollandais en auront une à l'île Bourbon, avec un photo-héliographe manœuvré par le Dr Kaiser, et M. Oudemans fera aussi des observations avec un héliomètre. Enfin, les Portugais auront une station d'observation à Macao.

Outre les expéditions sous la direction du gouvernement britannique, dont nous avons parlé, il y en aura encore d'autres organisées par des particuliers ou par des colonies anglaises. Telle sera celle de lord Lindsay à l'île Maurice, que nous avons déjà mentionnée, et qui sera pourvue de moyens puissants d'utiliser tous les différents modes d'observation. Un sidérostat a été fait exprès pour l'emploi de la photographie. Lord Lindsay et son adjoint M. Gill ont grande confiance dans l'usage qui sera fait de l'héliomètre. Ils se proposent d'observer les contacts extérieurs par la méthode spectroscopique. Ils auront environ cinquante chronomètres, qui feront quatre fois le voyage entre Aden et l'île Maurice, et dont un sera sans compensation. L'expédition allemande dans cette île sera probablement liée trigonométriquement avec celle de lord Lindsay. Deux des îles adjacentes peuvent être liées par des signaux directs au moyen d'un héliotrope réfléchissant la lumière du Soleil; des expériences faites en Russie ont prouvé qu'un signal de ce genre peut être vu, dans une contrée montagneuse, à 200 milles anglais de distance, quand l'atmosphère est pure.

Il y aura aussi une station particulière du colonel Campbell à Thèbes et une au Caire. Le gouvernement indo-britannique aura probablement, sous la surinten-

dance du colonel Tennant, deux stations dans la Nouvelle-Zélande, à Peshawur et à Roorkee. Les observatoires de Madras, du cap de Bonne-Espérance, de Melbourne et de Sydney seront utilisés autant que possible, et le gouvernement de la Nouvelle-Galles du sud a voté 1000 liv. sterl. pour d'autres observations qui seraient faites en Australie, tandis que celui de l'empire britannique en a accordé au delà de 15000 pour ses sept expéditions.

M. Georges Forbes annonce, vers la fin de son Mémoire, qu'il y aura, pour le prochain passage de Vénus, environ soixante-quinze stations d'observation, et que la dépense de toutes les expéditions s'élèvera de 150000 à 200000 livres sterl., soit de 3 millions $^3/_4$ à 5 millions de francs. Une partie du public, peu versée dans les sujets de ce genre, trouvera peut-être cette somme bien forte pour résoudre une question scientifique déjà fort près de sa solution, car il est probable qu'on connait déjà la vraie valeur de la parallaxe du Soleil à un dixième de seconde de degré près. Mais, d'abord, ce dixième de seconde correspond à une différence de 400000 lieues dans la distance moyenne de la Terre au Soleil, et cet élément de distance exactement obtenu sert à corriger aussi ceux du même genre relatifs à tous les autres corps de notre système solaire. La théorie de la Lune et les Tables de Vénus pourront aussi être notablement perfectionnées par suite de l'observation de ces nouveaux passages. Enfin, des expéditions de ce genre présentent une foule d'avantages secondaires, soit par les nouvelles recherches sur le sujet qu'elles provoquent, les instruments perfectionnés qu'elles donnent lieu de faire construire, et qui peuvent être utilisés ensuite pour d'autres observations; soit pour la facilité qu'elles procurent à de jeunes sa-

vants de se familiariser avec les procédés actuels de l'astronomie pratique; soit enfin par les positions géographiques exactes d'un certain nombre de points terrestres qu'elles servent à déterminer. Ces expéditions pourront de plus fournir l'occasion de faire, en même temps, un grand nombre d'observations intéressantes de météorologie, de magnétisme terrestre et d'histoire naturelle, et d'explorer sous ce rapport des régions encore peu connues. La Société royale de Londres l'a bien compris, et elle a chargé des naturalistes expérimentés d'étudier sous ce rapport les îles Rodriguez et Kerguelen. L'Académie des Sciences de Paris a pris des mesures analogues pour les stations françaises des îles Campbell et Saint-Paul; chacune d'elles sera pourvue d'un médecin de la marine, et d'un naturaliste voyageur attaché au Muséum d'histoire naturelle.

Ce concours général des gouvernements, des Sociétés savantes et des individus pour tirer le meilleur parti possible d'un phénomène astronomique important, constitue une sorte de croisade pacifique fort honorable, et qui correspond bien à tous les progrès actuels de la civilisation. Il ne reste plus qu'à faire des vœux pour que les résultats répondent aux préparatifs, et pour qu'un ciel clément et une atmosphère sereine favorisent tous ces efforts [1].

[1] On me permettra de citer ici la conclusion de l'intéressant Rapport de M. Dumas, mentionné plus haut : « En ce moment, où tout ce qui dépend de la prudence humaine a été prévu et préparé, il ne reste plus qu'à se confier, pour le succès de chacune de nos stations et pour l'heure critique du passage, aux arrêts de Celui qui seul commande aux nuages, et qui seul tient dans sa main les orages et les tempêtes. Puisse-t-il les écarter, à l'instant décisif, de nos courageux missionnaires, et favoriser d'un ciel pur leur patriotique attente ! »

Au reste, si le passage de 1874 ne donne pas tous les résultats désirables, on peut espérer que celui du 6 décembre 1882, dont le commencement sera visible en Europe, et où les États-Unis d'Amérique seront très-favorablement situés pour les observations, y suppléera suffisamment; et l'expérience acquise cette année deviendra profitable pour ce second passage.

P. S. J'ai eu connaissance, pendant l'impression de cet article, d'une Notice allemande fort intéressante, sur le même sujet, de M. le professeur Bruhns, directeur de l'observatoire de Leipzig, Notice d'où j'aurais pu tirer bien plus de détails que je n'en ai donnés sur les expéditions allemandes. Je dois me borner à ajouter ici que le Conseil de l'Empire d'Allemagne a accordé 140000 thalers pour ces cinq expéditions. Quatre d'entre elles ont chacune un personnel de deux astronomes, deux observateurs photographes et deux aides. Les astronomes sont les docteurs Börgen et Witstein pour *Kerguelen*, Seliger et Schul pour *Auckland*, Valentiner et Adolf pour *Tshifu*, Löw et Pechüle pour *Maurice*. La station photographique à *Ispahan* a pour astronome le Dr Péters de Kiel. Chaque expédition a emporté un observatoire transportable. Les officiers de marine de la corvette allemande la *Gazelle*, emmenant l'expédition à Kerguelen, feront aussi des observations scientifiques de divers genres, avec des appareils convenables.

OBSERVATIONS

SUR

LE SPECTRE DE L'AURORE BORÉALE

FAITES

DANS L'EXPÉDITION ARCTIQUE SUÉDOISE

EN 1872—1873

PAR

M. AUGUSTE WIJKANDER

(Communiqué par l'auteur)

Dans l'expédition suédoise qui partit pour le Spitzberg, en 1872, sous la direction de M. le professeur Nordenskiöld, et qui a passé l'hiver dans cet endroit, il a été fait sur le spectre de l'aurore boréale des observations dont les résultats vont être exposés dans les pages suivantes :

Pour les recherches d'analyse spectrale, nous avions un spectroscope à vision directe, construit par M. le baron Wrede, à qui je désire exprimer ici publiquement ma vive reconnaissance du grand intérêt qu'il a pris à notre équipement d'instruments de physique en général. Ce spectroscope étant à peu près identique à l'instrument qui est employé par M. Lemström pour le spectre de l'aurore et qui est décrit dans son mémoire [1], je ne crois pas nécessaire d'en donner ici une description détaillée. Je me borne à dire qu'il est essentiellement formé de deux prismes, dont l'un sert à réfracter et à disperser le rayon lumineux, tandis que l'autre le ramène dans la direction première par réflexion totale. Ces prismes sont mobiles,

[1] « Om den elektriska urladdningen i polarljuset och polarljus-spektrum, » publié dans les « Ofversigten af den Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar » pour 1873, et *Archives des Sciences phys. et natur.*, août 1874, tome L, p. 360.

de façon que les diverses parties du spectre peuvent être amenées sous le réticule de fils d'araignée croisés situé au foyer de l'oculaire. Au moyen d'une ouverture latérale, et d'un miroir placé du côté opposé, le réticule peut être éclairé uniformément quand on le désire. L'expérience m'a prouvé que cet arrangement est très-satisfaisant : l'on pouvait déterminer avec une assez grande exactitude le moment où la faible raie de l'aurore bissectait l'angle de la croix du réticule.

Pour les mesures que j'avais à faire je n'ai pas cru nécessaire d'examiner plus en détail la vis micrométrique qui était travaillée avec beaucoup de soin. Quant à la déduction des longueurs d'onde des raies spectrales d'après les lectures de la vis, j'ai mesuré un certain nombre des raies de Fraunhofer dans le spectre solaire, et en faisant usage des valeurs trouvées par M. Angström pour les longueurs d'onde, j'ai calculé la formule suivante applicable aux raies de D à *h* :

$$\lambda = 0^{mm},000464,89 + 0^{mm},000009,540\ (\alpha - 10) + 0^{mm},000000,4564\ (\alpha - 10)^2 + 0,000000,02184\ (\alpha - 10)^3\,;$$

où λ représente la longueur d'onde cherchée et α la lecture du spectroscope. Les observations sur le spectre solaire ont été faites pendant l'automne 1872 et le printemps 1873, et elles ont fait voir qu'il ne s'était produit aucun déplacement du zéro entre ces deux époques. Pour plus de sûreté, pendant toutes les observations de l'hiver, on a déterminé les raies dans la partie peu brillante de la flamme d'une bougie; mais comme on n'a, en général, observé aucun déplacement, j'ai employé constamment la formule ci-dessus. Ce n'est que dans quelques cas qu'un déplacement accidentel a eu lieu, probablement à cause d'un peu de poussière ou de glace qui a pu pénétrer dans

l'appareil, et dans ces cas les valeurs trouvées ont été inscrites entre parenthèses et entièrement omises pour le résultat définitif. Une variation d'un dixième de la révolution de la vis correspond de 0^{mm},000001.9 à 0^{mm},000000.7 de la longueur d'onde dans la partie du spectre dont il s'agit ici. Les observations ont été faites par M. le lieutenant Parent et par l'auteur.

Dans le tableau suivant je vais donner les nombres que j'ai trouvés moi-même pour les différentes séries, groupées d'après les différents jours, la plupart desquels renferment plusieurs séries. Dans ce tableau j'ai omis les mesures de la plus forte des raies de l'aurore boréale, parce que sa lumière est assez intense pour qu'elle puisse facilement être déterminée avec des instruments d'une dispersion et d'un grossissement plus grands que ceux de notre spectroscope. Nous avons employé le temps où l'aurore était la plus brillante à l'observation des autres raies, et nous n'avons mesuré la plus lumineuse que dans les intervalles. En passant, je dois peut-être dire qu'en moyenne nous avons trouvé 0^{mm},000557.2 pour la longueur d'onde de cette raie la plus forte.

1872	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Oct. 24.	—	—	(14,10)	—	—	(9,90)	—	—
	15,60	—	—	—	—	10,60	—	5,40
	15,50	—	—	—	—	10,40	—	—
	—	—	—	—	—	10.60	—	—
Oct. 30.	—	—	—	—	12,10	10,41	—	—
	—	—	—	—	—	10,43	—	—
Nov. 3.	15,54	15,01	14,81	—	—	10,46	—	—
	—	—	14,83	—	—	—	—	—
	—	—	14,97	—	—	—	—	—
Déc. 5.	15,54	15,08	14,88	13,05	—	10,30	6,57	5,30
	15,66	15,12	14,69	13,38	—	—	—	5,11
	—	15,22	14,74	12,85	—	—	—	—
1873								
Janv. 18.	—	15,32	—	12,93	—	10,35	—	5,47
	—	15,06	—	13,31	—	—	—	—

En appliquant la formule indiquée on trouve les longueurs d'onde suivantes, auxquelles j'ai ajouté les moyennes et les erreurs probables des diverses raies. Le millionième de millimètre a été pris pour unité :

1872	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Oct. 24.	536,46	—	—	—	—	470,77	—	428,54
	534,80	—	—	—	—	468,78	—	—
	—	—	—	—	—	470,77	—	—
Oct. 30.	—	—	—	—	487,13	468,88	—	—
	—	—	—	—	—	469,08	—	—
Nov. 3.	535,46	526,89	523,76	—	—	469,37	—	—
	—	—	524,07	—	—	—	—	—
	—	—	526,28	—	—	—	—	—
Déc. 5.	535,46	527,99	524,85	498,85	—	467,80	436,65	427,86
	537,46	528,63	521,93	503,20	—	—	—	426,60
	—	530,23	522,69	496,29	—	—	—	—
1873								
Janv. 18.	—	531,85	—	497,31	—	468,29	—	429,02
	—	527,68	—	502,26	—	—	—	—
Moyenne	535,9	528,9	523,9	499,6	487,1	469,2	436,6	428,00
Err. prob.	±0,31	±0,51	±0,43	±0,91	....	±0,25	....	±0,35

J'ai réuni dans le tableau suivant les mesures exécutées par M. Parent :

1872	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Nov. 3.	—	15,07	—	—	—	10,68	—	4,81
	—	15,11	—	—	—	10,30	—	—
	—	—	—	—	—	10,70	—	—
	—	—	—	—	—	10,54	—	—
Nov. 4.	—	15,07	—	—	—	10,75	—	—
Nov. 8.	—	—	14,72	—	12,12	10,70	—	(4,07)
	—	—	—	—	—	10,75	—	—
	—	—	—	—	—	10,79	—	—
Nov. 29.	—	—	—	—	—	10,42	—	5,74
	—	—	—	—	—	10,45	—	5,72
Déc. 5.	—	—	14,50	—	—	—	—	—
Déc. 10.	—	—	(14,20)	(12,78)	—	(9,89)	—	—

On en déduit les longueurs d'onde ainsi que les moyennes et les erreurs probables que voici :

1872	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Nov. 3.	—	527,84	—	—	—	471,59	—	424,64
	—	528,47	—	—	—	467,80	—	—
	—	—	—	—	—	471,79	—	—
	—	—	—	—	—	470,17	—	—
Nov. 4.	—	527,84	—	—	—	472,30	—	—
Nov. 8.	—	—	522,39	—	487,37	471,79	—	430,89
	—	—	—	—	—	472,30	—	430,75
	—	—	—	—	—	472,72	—	—
Nov. 29.	—	—	—	—	—	468,98	—	—
	—	—	—	—	—	469,27	—	—
Déc. 5.	—	—	519,05	—	—	—	—	—
Moyenne	—	528,05	520,72	—	487,37	470,87	—	428,76
Err. prob.	—	±0,14	±1,11	—	....	±0,54	—	±1,68

Comme dans ces dernières observations les fils d'araignée croisés n'ont pas été placés au foyer de l'oculaire avec une grande précision, je n'ai pas cru devoir m'en servir pour la détermination des longueurs d'onde définitives. Cependant l'accord qui existe en général entre nos observations parle en faveur de l'exactitude des résultats.

Outre les jours mentionnés ci-dessus, nous avons souvent observé l'apparence de l'aurore boréale à l'aide du spectroscope, quoique la faiblesse de la lumière des raies ait empêché les mesures. Quelle qu'ait été l'apparence de l'aurore, les raies ont toujours été visibles à l'exception des raies 4, 5 et 7. Ces dernières, au contraire, bien qu'ayant été constatées plusieurs fois, ont souvent été absentes, soit seulement à cause de la faiblesse de la lumière, soit, ce qui est le plus probable, à cause d'une variation dans la nature de la décharge électrique; toutefois dans ce cas-ci nous n'avons réussi à trouver aucune indi-

cation sur les conditions de cette inégalité. Entre les raies 2 et 3 il y a peut-être des lignes plus petites qui forment avec celles-là une large bande à intensité variable de lumière. De même la raie 6 passe du côté violet dans une bande assez large à bord indistinct. Quoique nous y ayons prêté une grande attention, nous n'avons pu découvrir aucune raie rouge, mais en même temps il faut ajouter qu'il n'y a jamais eu d'aurore boréale véritablement rouge pendant notre hivernage.

Dans le tableau suivant, je vais mettre en parallèle les diverses mesures de raies du spectre de l'aurore boréale qui, à ma connaissance, ont été faites avec le plus d'exactitude :

—	556,7	—	—	—	521	501	487	472	—	—	—	Angström [1] (1873)
629.7	557,1	539,0	—	523,3	518,9	500,4	—	469,4	—	—	—	Vogel [2] (1873)
—	556.9	—	—	523,5	—	496,9	—	469,4	—	426,2	411,2	Lemström [3] (1873)
—	557,2	535,9	528,9	523,9	—	499,6	487,3	469,2	436,6	428,0	—	Wijkander (1872-73)

Les données résultant de nos observations semblent s'accorder complétement avec l'explication de M. Angström sur l'origine de ces raies. Ce ne sont que les bandes d'une lumière relativement forte 528,9—535,9 qui ne peuvent pas y être rapportées. Il est vrai que le groupe le plus intense du fer est situé à peu près là, mais il n'y correspond pas tout à fait.

[1] *Angström*, Poggend. Annalen, Jubelband, p. 426.
[2] *Vogel*, Poggend. Annalen, tome CXLVI, p. 284.
[3] *Lemström*, Ofversigten af den Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar, 1873, et *Archives des Sciences phys. et natur.*, loc. cit.

OBSERVATIONS

SUR

L'ÉLECTRICITÉ DE L'AIR

FAITES

DANS L'EXPÉDITION ARCTIQUE SUÉDOISE

EN 1872—1873

PAR

M. AUGUSTE WIJKANDER

(Communiqué par l'auteur)

En raison de la grande importance qu'il faut attacher à l'électricité de l'air, surtout par rapport à l'explication de l'aurore boréale, on a souvent essayé d'en découvrir la nature à des degrés de latitude élevés. Or, toutes ces recherches ont eu pour résultat qu'on n'a pas même trouvé de trace d'électricité dans l'air, sauf dans les observations faites par MM. Bravais et Lottin, membres de l'expédition française qui a visité les régions arctiques avec la corvette *La Recherche* et a passé l'hiver, 1838-1839, à Bossekop dans la Norwége septentrionale. Ces observateurs ont fait leurs premières expériences en été, pendant qu'ils étaient encore à bord du bâtiment. A une latitude relativement moins élevée, ils ont trouvé au moyen de flèches lancées dans l'atmosphère de l'électricité positive; mais en arrivant à la hauteur de la Norwége septentrionale, ils n'en ont plus rencontré. A Bossekop ces expériences furent renouvelées au mois d'octobre, mais sans aucun résultat. Les 25 février, 1er, 5 et 8 mars les expériences à l'aide de cerfs-volants eurent plus de suc-

cès et l'on découvrit de l'électricité positive, quoique ordinairement très-faible. Ils ont conclu de là que l'électricité de ces contrées, quand on en trouve, est positive tout comme à une latitude inférieure; mais en outre ils avaient trouvé que l'air est beaucoup meilleur conducteur de l'électricité dans ces régions qu'autre part.

Ces expériences étant assez peu nombreuses et faites à une latitude relativement basse, l'expédition suédoise au Spitzberg, en 1868, avait entre autres choses pour but de fournir encore plus de faits propres à avancer la solution du problème. M. Lemström qui faisait ces recherches avait apporté dans ce but un électromètre de Lamont, ainsi qu'un électroscope à brins de paille. A cause des difficultés inévitables dans un voyage, et peut-être aussi parce que ces instruments ne sont pas assez sensibles pour accuser les faibles traces d'électricité qui se présentent dans ces régions, au moins dans la saison où l'expédition s'y trouvait, il n'obtint que des résultats négatifs. La question était donc pressante et l'expédition de 1872 s'était aussi proposée d'y répondre.

Si celle-ci a obtenu quelques résultats positifs, le plus grand mérite en revient à M. Holmgren qui s'est occupé de l'équipement pour le voyage avec beaucoup d'intérêt, et qui, d'après une longue expérience sur ce sujet, a non-seulement construit l'électromètre employé, mais encore donné d'excellentes directions sur l'exécution des observations.

L'électromètre était une modification de l'électromètre à miroir de Thomson. La bouteille de Leyde de celui-ci était remplacée par une pile à alcool, dont les pôles communiquaient avec le cadran divisé en quatre parties, les opposées mises en communication entre elles, deux à

deux. L'aiguille à deux bras était isolée de celles-ci et communiquait avec la boule collectrice. Le tout était fermé presque hermétiquement par un couvercle de laiton et l'air intérieur était desséché à l'aide de chlorure de calcium. En échangeant la bouteille de Leyde contre la pile à alcool, on avait sans doute déjà obtenu plus d'uniformité dans la valeur des lectures faites à des époques différentes ; mais afin de faciliter encore plus la comparaison des différentes lectures sous le rapport de la quantité, on avait aussi apporté une pile à alcool de 25 couples qu'on s'était fait une règle d'approcher de l'électromètre avant chaque observation et dont on mesurait l'effet.

Pour faire ces observations en hiver, on éleva à une centaine de mètres de l'habitation, au moyen de sacs remplis de mousse du nord, une cabane particulière, dans un coin de laquelle était placé l'électromètre sur un pilier de pierre. Dans le coin opposé étaient le tube et l'échelle. L'appareil collecteur pouvait être élevé à travers une ouverture dans le toit. A certaines époques on se servait d'une perche d'environ 25 pieds de longueur, qui était attachée à l'aide d'étais et le long de laquelle l'appareil collecteur pouvait être élevé. Quand la conductibilité de l'air rendit impossible l'emploi de ce procédé, on enleva la perche et l'appareil ne fut élevé qu'à l'aide de la main, la boule arrivant de cette manière à environ 3 pieds au-dessus du toit. Il n'y avait point d'objets saillants qui pussent avoir une fâcheuse influence. Le lieu des observations était une île assez basse dans Mosselbay au Spitzberg non loin du 80me degré de latitude. Les montagnes environnantes s'élevaient au plus à trois degrés au-dessus de l'horizon.

L'appareil collecteur se composait tantôt seulement d'une boule creuse d'environ trois pouces de diamètre montée sur une tige en ébonite longue de cinq pieds, tantôt d'une lampe qui pouvait être vissée au sommet de la tige d'ébonite au moyen d'un bras transversal aussi en ébonite et long d'un pied. La lampe consistait en une coupe de métal à bords percés, au milieu de laquelle était un réservoir fait d'une bande de métal, où l'on versait l'alcool qui devait brûler durant l'expérience. Du milieu de la coupe de métal descendait verticalement un bâton métallique long d'un pied et demi, auquel on pouvait visser la boule mentionnée ci-dessus. La lampe était allumée et élevée, puis quand l'alcool était brûlé, on l'abaissait et on l'approchait de l'électromètre. Quand on employait la boule seule, on la mettait en communication avec la terre par un fil métallique. Cependant, quand on voulait avoir l'électricité de la terre, on a fait aussi très-souvent usage de la lampe, sans alcool, à cause de la grande difficulté de l'échanger contre la boule. Dans les moments où il n'y avait que de faibles quantités d'électricité, j'étais obligé d'établir une communication constante entre le collecteur et l'électromètre à cause de la nécessité de tout exécuter avec une grande rapidité. Dans ce cas, un fil de cuivre recouvert de fil de coton ciré reliait l'électromètre à l'appareil collecteur. Ce fil était tendu le long du côté inférieur du toit, attaché à quelques appuis avec du fil, en sorte que l'isolement était aussi bon que possible et qu'il ne pouvait point se transmettre d'ébranlement à l'électromètre par suite de l'élévation ou de l'abaissement rapide du collecteur; cette dernière circonstance fut examinée dans plusieurs expériences.

Les observations ont été faites par M. le lieutenant

Polander et par l'auteur. Les observations faites par M. Polander sont marquées d'un P.

Pendant l'automne 1872 j'ai fait des expériences réitérées pour reconnaître et l'électricité de l'air et celle du sol de la manière que nous venons de décrire. J'ai toujours obtenu de faibles traces d'électricité positive dans l'air et d'électricité négative dans le sol. L'air libre paraissait être un très-mauvais isolateur dans les circonstances où j'opérais. La déviation produite lorsqu'on approchait la pile cessait immédiatement, quand on l'éloignait. Ce n'était pas un défaut de l'électromètre, car l'isolement était satisfaisant dès que l'appareil était transporté dans les chambres chauffées de l'habitation. Les observations ci-dessous prouveront que l'isolement était aussi bon dans l'air libre quand il faisait un grand froid. Ce n'est qu'au mois de janvier 1873 que d'autres circonstances survinrent de temps en temps. Je cite les expériences faites depuis cette époque dans l'ordre où elles ont été exécutées et en outre j'ajoute les remarques relatives aux observations sur les conditions météorologiques, ainsi que la température, laquelle donne la meilleure indication des changements du temps ; mais, pour examiner à fond le rapport entre l'électricité de l'air et le temps, il est nécessaire de se servir des observations météorologiques complètes, qui ont été faites et qui sont publiées dans « Sv. Vet. Akad. Handl. » pour 1873.

Janvier 21 : 9^h S (= le sol) = — 0,5 dév. ; A (= l'air) = + 0,5 ; P (= la pile) = 11. La déviation disparut momentanément. T (= la température) = — 5°.

Janvier 22 : 11^h. Pendant un intervalle dans la forte tempête du SSO., S = — 0,5, A = + 5, P = 22. Pour obtenir une déviation positive avec la lampe, il n'était

pas nécessaire de la porter au-dessus du toit, il suffisait de la placer dans le courant d'air qui passait de la porte à l'ouverture dans le toit. La cause n'en était pas que la flamme fût activée par le courant d'air, car il n'y eut aucune déviation perceptible quand un courant d'air produit autrement faisait flamber la lampe. L'électricité de l'air évidemment plus forte que celle du sol. T=+3°.

Janvier 22 : 21^h, et 23, 10^h le sol et l'air semblent être électrisés positivement, mais les déviations sont à peine sensibles. T=0°.

Février 6 : 11^h et 20^h A=+7, P=+11, T=—1°.

Févr. 7 : 10^h—11^h $^1/_2$. L'instrument isole mieux. Élevée rapidement avec communication constante avec l'électromètre, la boule a donné la déviation +0,5 ; mise en communication avec la terre et abaissée rapidement — 0,5. La lampe fut ensuite élevée et donna la déviation +5, plus forte qu'avec la boule, comme il fallait s'y attendre. L'air évidemment électrique par lui-même et considérablement plus électrique que le sol. T=—15°.

Févr. 10 : 18^h. Après un grand vent NO., A=+12. Le signe de l'électricité du sol n'a pas pu être déterminé à cause de l'imperceptibilité de la déviation. T=—26°.

Févr. 19 : 17^h A fortement positif, S négatif. L'instrument isole bien, mais il s'agite tant qu'il est impossible de mesurer exactement. T=—32°.

Févr. 20 : 16^h P = 7 à 8, A = +8, +11, +15 ; S= — 18, — 20, — 25. Bon isolement. T = — 38°.

Févr. 21 : 10^h P=7 à 8, S>—70, —80, A=+12, +14. T=—31°.

Févr. 25 : 18^h P=8 à 9, S=—40, —45, A=+20, +18. La longue perche pour faire élever le collecteur a été employée aujourd'hui pour la première fois. T=—33°.

Févr. 26 : 14^h P = 5, S = — 20, —25, A = + 10, +13 (une fois la lampe donna — 12, mais elle avait alors été élevée plus longtemps qu'à l'ordinaire, parce qu'on ne savait pas, si elle était éteinte ou non). Clair excepté à l'ouest. Strati jusqu'à la hauteur de 10°. T = — 31°.

Févr. 27 : 10^h P=6 à 8, A=+25, +30, S=—35. Presque clair. T=—33°. P.

Févr. 27 : 13^h P=7 à 8, A= +15, +17, S= —25, —20: fort mirage vers l'ouest. Ciel serein, seulement quelques strati à l'ouest et au sud. T= — 34°. P.

Févr. 27 : 21^h P=7, S= —41, —38, A= —9, —16. Pour constater le signe négatif pour A les expériences furent répétées de diverses manières, mais avec le même résultat. Un léger brouillard commençait de s'élever au sud pour couvrir une heure plus tard tout le ciel; du reste clair. T= — 32°.

Févr. 28 : 9^h P=8 à 9, S =— 16, — 20, A = — 8, — 10. L'isolement de l'instrument moins bon. Léger voile de nuages, flocons de neige épars. T = — 27°.

Févr. 28 : 14^h P=8, S = — 38, — 35; A= — 10, — 13. Clair excepté à l'est, quelques nimbi déchirés. T = — 28°.

Févr. 28 : 21^h P=7 à 8, S= —51, —53, A=—30, — 31. Tout à fait clair. T= — 33°.

Mars 1 : 10^h P=5 à 6, A= — 5, — 7, S= — 10, — 13; tout à fait clair, vent extrêmement faible de l'ESE. T= — 33°. P.

Mars 1 : 16^h P=6 à 7, A= — 1, — 2,5, S= — 16, — 17. Vent NE., le ciel assez couvert au NE., au N. et à l'O. de nimbi et de strati. T= — 31°. P.

Mars 1 : 22^h P = 9 à 10, A = — 1, — 3, S = — 3, — 5 ; ciel couvert. T = — 19°. P.

Mars 2 : 10^h P = 6 à 7, qui descendaient instantanément jusqu'à zéro. L'excellente conductibilité de l'air fut prouvée parce que la boule, ayant été chargée, perdit son électricité presqu'à l'instant même. T = — 7°.

Mars 10 : 14^h P = 7 à 9, A = + 22, + 24, S = — 25, — 30. Bon isolement. T = — 16°.

Mars 20 : 14^h P = 7 à 9, S = — 35, — 40, A = 0, — 2. T = — 33°.

Mars 20 : 21^h P = 6 à 7, S = — 45, A = — 3. T = — 32°.

Mars 21 : 11^h P = 9, S = — 40, A = — 5. T = — 32°.

Mars 21 : 15^h P = 8, S = — 38, A = — 8. T = — 31°.

Mars 21 : 21^h S = — 45, A = — 10 ; T = — 32°. Et ce jour-ci et le précédent aiguilles de glace dans l'air ; néanmoins la dernière fois un peu plus clair au zénith. Vent assez fort du NO.

Mars 22 : 10^h P = 8 à 9, S = — 18, A = — 15. Aiguilles de glace dans l'air. T = — 27°. P.

Mars 23 : 10^h P = 7, S = — 16, A — 3. Assez clair, avec aiguilles de glace éparses dans l'air ; çà et là des cirro-strati ; presque calme. T = — 32°.

Mars 23 : 14^h S = — 30, A = + 10, + 19. Presque clair, brumeux au-dessus de la mer. T = — 33°.

Mars 24 : 10^h P = 7, S = — 29, A = — 9, — 6. Presque complétement clair ; seulement au SO. cirro-strati. T = — 32°.

Mars 24 : 16^h P = 6 à 7, S = — 28, A = — 9. Complétement clair et calme. T = — 28°. P.

Mars 25 : 10^h S = — 48, A = + 20, + 18, + 25 (un instant auparavant A = — 32, peut-être causé par l'at-

touchement de la boule par quelque étai, quoique je ne l'aie pas observé). Complétement clair et calme. T = — 33°.

Mars 25 : 15h P = 10,5, qui disparaissait en peu de temps. S = — 36, A = + 30, + 35. Clair, faible vent E. T = — 31°.

Mars 25 : 21h S = — 30, A = + 25. Nuage 9, cirro-strati, faible vent SSE. qui augmente à peine pendant la nuit, mais les nuages deviennent plus épais et la température s'élève de — 34° à — 15°. T = — 34°.

Mars 26 : 10h P = 8 à 9, A = — 15, S = — 12. Tout couvert et calme. T = — 7°. P.

Mars 26 : 15h. La déviation de la pile disparaissait immédiatement; ni l'air ni le sol ne donnaient de déviations. T = — 5°. P.

Mars 27 : 10h P = 3 à 4, qui disparurent instantanément. En communication constante avec l'électromètre, la boule mise en communication avec le sol et abaissée rapidement donne — 0,5, de même que la lampe élevée rapidement = + 2°; vent N. avec neige, tout couvert. T = — 17°.

Mars 27 : 22h A. avec la lampe rapidement élevée + 1. Vent O. avec pluie mêlée de neige. T = — 24°.

Mars 28 : 10h P = 6 à 7, A = — 5, — 6, S = — 23, — 24. Couvert et calme. T = — 18°. P.

Mars 28 : 15h P = 5 à 6, A = — 2, S = — 3. L'air donna une fois + 1,5, mais plusieurs autres fois — 2. Un peu de neige, vent SE. T = — 10°. P.

Mars 30-31. Plusieurs expériences. Les déviations de la pile disparaissent instantanément. En communication constante avec l'électromètre, l'appareil indique parfois de

l'électricité positive dans l'air. Couvert et un peu de neige. T= respectivement — 17° et — 13°.

Avril 14. Plusieurs fois en élevant la lampe, une déviation fortement positive. Un peu de pluie mêlée de neige. Vent assez fort. T= — 19°.

Avril 23. Ce jour et plusieurs jours précédents j'ai obtenu des déviations négatives pour l'air en élevant la lampe et en l'approchant ensuite de l'électromètre. P=3 à 4. Clair et froid. T= — 23°.

Mai 24 : 12^h P=2, qui disparut aussitôt. Électricité imperceptible dans l'air (la communication avec l'électromètre tantôt constante, tantôt interrompue). Autant qu'on put le voir, l'isolement de l'instrument même aussi bon que jamais; donc il faut tout attribuer à l'air. T= — 2°.

En outre, dans le courant du printemps, il a été fait des observations réitérées quand la température approchait du zéro et toujours avec le même résultat qu'en automne.

Maintenant j'ai exposé les matériaux recueillis par l'expédition. Il serait désirable que la série des observations eût été moins interrompue, ce qui a tenu en partie à ce qu'il fallait que l'expédition vouât ses efforts à la solution d'autres questions, en partie à la grande difficulté d'avoir l'électromètre toujours en bon état dans des circonstances semblables à celles de l'hivernage en question. La cabane construite en sacs remplis de mousse du nord permettait au vent et à la neige d'y pénétrer, et plus d'une fois il nous a fallu fouiller la neige pour trouver les instruments. De temps en temps la cabane était tellement ravagée par de violentes tempêtes, qu'il était impossible de s'en servir et l'on n'avait pas toujours le temps de la rétablir sur-le-champ.

Sans soumettre à présent les observations précédentes à un examen détaillé, qu'il sera peut-être plus convenable de faire en le reliant avec la discussion des observations sur l'aurore boréale, il convient peut-être d'indiquer en quelques mots les traits principaux des conditions de l'électricité de l'air à des degrés de latitude élevés.

Toutes les observations s'accordent pour montrer que l'air conduit l'électricité très-facilement aux températures relativement élevées, circonstance à laquelle on a attribué l'absence de la foudre et la présence de l'aurore boréale. On a dit que ce fait provenait de la grande humidité de l'air dans ces contrées, mais il semble évident que cela doit tenir aussi à d'autres causes, puisque la même température et le même degré d'humidité ne produisent pas cet effet à un aussi haut point à des latitudes moins élevées. A des températures plus basses —20°, —30° et encore plus basses, l'air isole mieux.

En général l'air paraît être électrisé positivement et le sol négativement. Dans plusieurs occasions les conditions étaient telles qu'on ne pouvait s'empêcher de regarder l'air comme étant effectivement électrique par lui-même et « l'électricité de l'air » comme n'étant pas uniquement un effet de l'induction de la terre. A certaines époques du printemps, en même temps que l'air isolait relativement bien, le sol et l'air étaient tous deux chargés d'électricité négative. Ce changement de l'électricité de l'air n'était pas une conséquence constante d'un plus grand froid, mais quand la température avait été basse pendant quelque temps, l'air semblait avoir une tendance à s'électriser négativement.

Il semble qu'il y a une liaison bien naturelle entre ces faits et l'aurore boréale, autant que l'on peut tirer des

conséquences de matériaux aussi peu abondants. Dans les mois de janvier et de février on a vu tous les jours des aurores boréales et elles étaient particulièrement nombreuses du 19 au 26 février; mais ensuite elles cessèrent tout à coup pour reparaître le 2 mars; on a observé en même temps des changements dans l'électricité de l'air; on serait porté à supposer que l'électricité négative, privée de la possibilité de se décharger dans l'aurore boréale, était obligée de s'accumuler dans les couches inférieures de l'air, qui isolent relativement bien. Du 2 au 11 mars, l'aurore boréale a reparu; pendant ce temps l'air était ou bon conducteur ou, lorsqu'il isolait relativement bien, il était électrisé positivement. Depuis le 11 mars les aurores cessèrent entièrement et il survint une période d'une température relativement basse avec l'électricité de l'air ordinairement négative, période qui dura jusqu'à la saison où la lumière empêche toute observation sur les aurores boréales dans ces contrées.

SUR LE

SPECTRE DE LA COMÈTE COGGIA

PAR

M. MARC DELAFONTAINE.

Depuis l'année 1864, les astronomes ont été en mesure d'étudier le spectre d'une dizaine de comètes. Il résulte de leurs travaux que généralement, sinon toujours, le spectre de ces astres se compose de trois bandes brillantes accompagnées quelquefois d'un spectre continu plus ou moins faible. A la vérité, quelques auteurs n'ont vu, dans certains cas, qu'une bande ou deux; mais cela paraît tenir aux conditions même de l'expérience plutôt qu'à la nature des choses.

Il est aussi admis que les spectres observés sont identiques à ceux de certains composés de carbone, tels que divers hydrocarbures. Cette manière de voir est contestée par M. Vogel.

Les conditions atmosphériques sont des plus favorables à Chicago pour les observations astronomiques, et comme MM. les professeurs Safford et Colbert ont bien voulu mettre à ma disposition le télescope si parfait de dix-huit pouces trois quarts de la Société astronomique, j'ai été curieux d'examiner au spectroscope la comète Coggia, maintenant près de son périhélie. Après avoir fait quelques essais préliminaires le 3 juillet, qui m'ont donné seulement un spectre de trois bandes lumineuses, dont deux plus brillantes, j'ai consacré la soirée du 6 aux observations proprement dites dont voici le résultat :

Suivant la partie de la comète dont la lumière est reçue à travers la fente, le spectre était continu, assez vif, s'étendant, m'a-t-il semblé, un peu au delà du violet du spectre solaire, ou bien il se composait de trois bandes lumineuses. Ces bandes ne sont pas tout à fait équidistantes; la plus brillante, la plus nette, et en même temps la plus étroite se trouve dans la région verte-bleue du spectre; les deux autres, moins bien définies, sont placées l'une dans le jaune-vert et l'autre dans le violet ou l'indigo. Il ne m'a pas été possible de découvrir un plus grand nombre de bandes, et quelque soin que j'y aie mis, je n'ai rien pu voir qui me permît d'assurer que les bandes observées soient résolvables en un certain nombre de raies brillantes.

Une fois ou deux la moitié inférieure du champ de vision montrait un spectre continu, tandis que les trois bandes brillantes étaient visibles dans la moitié supérieure. Une fois aussi le spectre continu était assez faible pour laisser voir les bandes qui le traversaient.

Observée à une certaine distance du noyau, la queue n'a donné aucun spectre, ou bien seulement un spectre continu excessivement affaibli.

L'appareil dont je me suis servi ne permet pas de comparer directement les spectres de deux sources différentes. J'ai pu cependant prendre la position des bandes décrites plus haut, au moyen de l'échelle, et comparer cette position avec celle des raies que l'on observe en pointant la fente du spectroscope sur la partie obscure d'une flamme de chandelle qui entoure la mèche. Ces raies sont au nombre de trois, quatre quelquefois à cause de la présence du sodium: la première correspond à la seconde du spectre de la comète, la seconde occupe la

même position que la troisième de la comète; je n'ai pas trouvé d'autres coïncidences [1].

Chicago, 9 juillet 1874.

SUR L'ATOMICITÉ DES MÉTAUX DE LA CÉRITE ET DE LA GADOLINITE

(A PROPOS DES MÉMOIRES DE M. CLÈVE SUR CE SUJET)

PAR

M. MARC DELAFONTAINE.

M. P.-T. Clève, de Stockholm, a publié récemment [2] une série de mémoires importants sur les combinaisons du lanthane, du didyme, de l'yttrium et de l'erbium (Bunsen non Mosander), dans lesquels, regardant ces métaux comme triatomiques, il assigne à leurs oxydes la formule générale R^2O^3, au lieu de RO. Les raisons qui ont conduit ce chimiste à proposer ce changement sont principalement le fait que, par là, la formule de plusieurs sels doubles est simplifiée et rendue plus comparable aux composés correspondants des autres métaux, et aussi que l'eau de cristallisation d'un certain nombre de sels se

[1] M. Huggins et d'autres observateurs ont identifié plus complétement le spectre de certaines comètes avec celui du carbone. Cependant je dois dire que je ne regarde pas l'identité comme démontrée. Je crois qu'il faut prendre aussi en considération l'apparence des maxima lumineux qui sont des raies dans un cas et des bandes à limites indéfinies dans l'autre.

[2] *Bulletin de la Société chimique de Paris*, tome XXI, nos 5, 6, 8.

laisse alors représenter par des nombres entiers au lieu de fractions.

Ces considérations ont assurément une certaine valeur, quoique cependant les progrès de la chimie, durant les vingt dernières années, aient montré que la simplicité de la formule d'un corps n'est pas nécessairement un critère de la vérité de cette formule. Je dois avouer que dans le cas actuel elles ne suffisent pas pour entraîner une conviction. Il y a un certain nombre de faits qui me semblent militer en faveur de l'ancienne manière de voir, ou tout au moins rendent désirable la présentation d'un plus grand nombre de preuves contre elles.

La cristallographie, qui a jeté une si grande lumière sur la constitution d'un grand nombre de composés, nous est de peu de secours dans le cas présent. Elle nous donne toutefois quelques faits qui parlent plutôt en faveur de la diatomicité des métaux de la cérite et de la gadolinite. Ainsi, par exemple, le sulfate de cadmium qui cristallise avec $\frac{8}{3}$ aq. est regardé, par plusieurs cristallographes, comme isomorphe avec ceux de didyme et d'yttria. Les bromates céreux, lanthanique et didymique (RO,Br^2O^5+6 aq.) cristallisent en prismes hexagonaux, et ils présentent, avec plusieurs de ceux de la série magnésienne qui appartiennent au système régulier, cette même relation que M. Marignac a signalée plusieurs fois chez des composés possédant évidemment la même constitution chimique.

Les considérations chimiques, de moindre valeur peut-être, parlent aussi plutôt contre l'hypothèse de la tri-atomicité des éléments qui nous occupent.

Les terres de la gadolinite et de la cérite comptent parmi les bases les plus puissantes après les alcalis. Elles se combinent directement avec l'eau ; leur union avec les

acides est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur indiquant une action énergique. Elles chassent l'ammoniaque de ses sels. Leurs propres composés salins cristallisent en général avec facilité et l'acide semble y être complétement neutralisé. Il est vrai que les sulfates d'yttria et d'erbine chauffés au rouge perdent les deux tiers de leur acide ; mais ce mode de décomposition ne semble pas s'appliquer aux autres sels, aux nitrates, par exemple. Les sesquioxydes ont peu ou pas d'affinité pour l'acide carbonique; les bases qui nous occupent forment des carbonates neutres très-bien définis et cristallins. Une forte calcination rend la combinaison des sesquioxydes avec les acides beaucoup plus difficile, sinon presque impossible; elle n'a pas cet effet sur les terres. On ne peut tirer aucun argument de l'insolubilité des fluorures, puisque celui d'aluminium est insoluble tout comme ceux de baryum et de calcium.

Ces considérations, auxquelles on pourrait en ajouter d'autres, montrent que si les oxydes céreux, yttrique, etc., sont des sesquioxydes, ils présentent d'étonnantes ressemblances avec les protoxydes, en même temps qu'ils diffèrent non moins de l'alumine et des autres sesquioxydes. Elles rendent désirable, comme je l'ai dit plus haut, l'addition de faits nouveaux à ceux qui ont guidé M. Clève dans son choix.

Chicago, 10 juin 1874.

SUR

L'ERBINE ET LA TERBINE

PAR

M. MARC DELAFONTAINE.

MM. Bunsen et Bahr [1] ont nié l'existence dans la gadolinite de la terre appelée *terbine* par Mosander, et par contre, ils ont appliqué le nom d'*erbine* à une autre terre qui semble être la vraie terbine, et diffère certainement d'une manière essentielle de la vraie erbine (celle de Mosander).

Tout récemment, dans un mémoire dont je ne connais malheureusement que les conclusions publiées en un court extrait dans le journal de Silliman [2], MM. Clève et Hœglund adoptent les vues de MM. Bunsen et Bahr. Déjà en 1866 [3] j'ai cité les faits qui m'empêchent d'accepter cette conclusion. Depuis lors des expériences multipliées ont confirmé ma manière de voir. Mon journal de laboratoire et tous mes matériaux ayant été détruits par le grand feu de Chicago, ce n'est que tout dernièrement que j'ai pu me procurer de nouveau et mettre en œuvre une petite quantité (60 grammes environ) de gadolinite, avec laquelle j'ai entrepris une nouvelle série d'expériences différentes de mes anciennes.

Voici en quelques mots les faits qui me font croire à l'existence de la troisième terre découverte par Mosander en 1843 :

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXXVII, p. 1.
[2] *American Journal of Science and Arts.* February 1873.
[3] *Archives des Sciences phys. et natur.*, t. XXV, 105, février 1866.

Le mélange des terres obtenu après la séparation du cérium, du lanthane et du didyme par le moyen du sulfate de potasse, a été traité par de l'acide acétique étendu de 250 à 300 fois son volume d'eau, en quantité à peine suffisante pour opérer une neutralisation complète. Après une quinzaine de jours environ, le temps étant plutôt froid, il ne restait rien de solide dans le vase, et le liquide, quoique transparent, avait une teinte opaline très-prononcée. Même après un repos de deux semaines, il n'y avait aucun changement dans la liqueur, quoique dans des expériences plus anciennes j'aie eu une fois ou deux l'occasion de voir une sorte de gelée se concentrer dans la moitié ou les deux tiers inférieurs du vase, sans cependant se rassembler comme un précipité ordinaire le ferait. La solution opaline passe lentement à travers le filtre sans devenir claire.

L'addition d'une petite quantité d'ammoniaque étendue de trois ou quatre fois son volume d'eau augmente un peu l'opalescence, ou bien elle cause la formation d'un précipité qui se redissout en agitant. Si on porte alors le liquide à l'ébullition ou à peu près, une sorte de coagulation se produit, et en filtrant et lavant à chaud, ce qui n'est pas aisé [1], on recueille une gelée d'une couleur lavende clair qui se fonce par la dessiccation ; elle forme ainsi des morceaux semblables, à la couleur près, aux hydrates thorique ou aluminique. Par la calcination on en chasse de l'eau et de l'acide acétique. Le résidu consiste en morceaux d'un beau jaune orangé vif qui possèdent tous les caractères que j'ai trouvés autrefois dans de l'erbine pré-

[1] Un entonnoir Plantamour, pour filtrations chaudes, serait sans doute très-utile dans ce cas.

parée par d'autres méthodes, à l'exception toutefois du dégagement d'oxygène, sous l'action des acides forts, qui est beaucoup plus considérable.

Examiné au spectroscope, sous l'épaisseur 5 $^1/_2$ centimètres, le nitrate de cette base *en solution sirupeuse* montre d'une manière *très-affaiblie* les principales raies d'absorption du terbium (erbium, Bunsen). Il n'y a pas trace de didyme. Deux échantillons de cette terre ont été maintenus à la température de 400 degrés environ pendant quelque temps, puis pesés rapidement et chauffés dans un courant d'hydrogène pur. $0^{gr},832$ ont perdu $0^{gr},025$ $=3$ p. 100. $0^{gr},939$ ont perdu $0^{gr},034=3,51$ p. 100, et sont devenus blancs. La réduction n'était pas complète, cependant, car la terre, jetée dans de l'acide nitrique étendu de deux ou trois volumes d'eau, donnait lieu à un dégagement gazeux. Une petite portion de la terre blanche, chauffée au rouge sur une feuille de platine, se suroxyde de nouveau et reprend sa couleur orangée.

$1^{gr},812$ de sulfate sec, précipité par l'oxalate d'ammoniaque, a donné 0,983 de base, ce qui conduit au poids atomique 95.

Un autre échantillon de terre, obtenu comme il a été dit plus haut, a été mis en digestion pendant un jour ou deux dans de l'acide acétique au $^1/_{230}{}^{me}$, et le résidu transformé en sulfate cristallisé, dont $2^{gr},696$ ont perdu $0^{gr},602$ ($=22,33$ p. 100) d'eau, et donné $1^{gr},110$ de terre. Poids atomique $=90,2$. $2^{gr},573$ de sulfate provenant d'une autre cristallisation ont perdu $0^{gr},576$ ($=22,46$ p. 100) d'eau.

Quoique la terre, dont je viens de faire connaître les propriétés, ne fût pas absolument libre de tout mélange, il me semble que, abstraction faite de sa couleur et de

l'action de l'hydrogène sur elle, on ne peut pas la considérer comme consistant seulement en terbine rose et yttria blanche. D'après le poids atomique approximatif ci-dessus (moyenne 92,6), il faudrait pour cela supposer deux tiers d'yttria et un tiers de terbine; or, le spectroscope n'a montré, avec une solution sirupeuse de ma terre, qu'un spectre d'absorption tellement affaibli que la chose me paraît inadmissible.

On remarquera aussi que le poids atomique, résultant de mes récentes recherches, se rapproche beaucoup de celui (95,3) que m'avait donné, en 1864, une terre obtenue avec des matériaux et par des méthodes entièrement différentes.

Tout imparfaits que soient mes résultats, je les livre à la publicité dans l'espérance que les chimistes, qui ont de plus amples ressources, voudront bien soumettre la question à un nouvel examen qui montrera si j'ai raison, ou, dans le cas contraire, quelle est la source d'erreur que je n'ai pas su éviter [1].

[1] Si, comme je le crois, l'existence de trois métaux distincts dans l'ancien yttrium se trouvait démontrée définitivement, il faudrait rendre à la terre décrite ci-dessus le nom d'oxyde d'erbium, appliqué, *en tout cas* à tort par Bunsen et Bahr, à une base qui paraît être l'oxyde de terbium. Cependant, en vue d'éviter des confusions regrettables, il vaudrait peut-être mieux, après tout, consacrer l'état de choses introduit par le chimiste d'Heidelberg et donner un nom nouveau à la terre jaune réductible, celui de gadolinia, par exemple.

Chicago, 1er mai 1874.

SUR LA DISTRIBUTION
DE LA
VÉGÉTATION ARCTIQUE EN EUROPE
AU NORD DES ALPES
PENDANT LA PÉRIODE GLACIAIRE

PAR

M. ALFRED NATHORST

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm, 1873, n° 6, p. 11.)

Le but de cette notice est d'exposer aussi brièvement que possible quelques preuves de l'extension de la végétation arctique en Europe, au nord des Alpes, pendant la période glaciaire, preuves qui sont le résultat des recherches que j'ai faites pendant l'été de 1872 en Allemagne, en Suisse et en Angleterre. Je me propose de publier plus tard un mémoire complet sur ce sujet, de sorte que je me bornerai, pour le moment, à consigner ici les faits les plus importants. Pour faciliter le coup d'œil général, il convient de rappeler d'abord les travaux sur ce sujet qui concernent la Suède et le Danemark. Commençons par la

Suède.

Renvoyant pour les détails à un mémoire antérieur (A.-G. Nathorst : « Sur les restes de végétaux arctiques dans les formations d'eau douce en Scanie. » *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm,* 1872), il suffira de mentionner ici que dans tout le sud-ouest de la Scanie, immédiatement au-dessus des moraines profondes de l'ancienne glace terrestre, se trouvent très-générale-

ment des dépôts d'eau douce avec des restes d'une végétation arctique représentée par des feuilles de *Salix polaris, S. herbacea, S. reticulata, Dryas octopetala* et *Betula nana.* Cette formation, qui se compose ordinairement d'argile et de sable stratifiés, renferme parfois des coquilles de *Limnea limosa, Anodonta, Pisidium pulchellum, Pisidium henslowianum, Cytheridea torosa.* Il arrive que cette couche ne soit pas recouverte de dépôts plus récents, mais le plus souvent elle se trouve sous des lits de tourbe plus ou moins épais.

A côté de ces argiles d'eau douce postglaciaires on en trouve à plusieurs endroits d'autres dont le dépôt, en raison de différentes circonstances. doit être attribué à une époque plus ancienne de la période glaciaire. En examinant les terrains à Thorsjö, j'ai été conduit à la supposition que cette dernière formation était « interglaciaire, » ce qui veut dire qu'elle doit être située entre deux couches de pierres anguleuses. Cette supposition a été plus tard entièrement confirmée par les recherches de M. le Dr Holmström à Klågerup pendant l'été de 1872 (Holmström : « Aperçu sur les formations de l'époque glaciaire et postérieures à cette époque, à Klågerup dans le district de Malmö. » *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm,* 1873.) A Thorsjö, cette formation renfermait des restes de *Dryas octopetala* et de *Salix polaris ;* plus une *Limnea, Posidium* et *Cytheridea torosa.* Comme les mêmes mollusques, ainsi que l'Anodonta, ont été trouvés par M. Holmström à Klågerup dans la formation correspondante, et qu'il affirme que M. Torell a rencontré des feuilles de *Dryas octopetala* dans le même terrain, il faut en conclure d'une manière générale que les phénomènes naturels ont été à peu près les mêmes pen-

dant le dépôt des formations interglaciaires, qu'à l'époque de la formation des argiles postglaciaires qui renferment des végétaux; la seule différence consiste en ce que les premières ont été suivies d'une nouvelle période de glace, tandis que les dernières indiquent un commencement d'adoucissement du climat qui a continué jusqu'au temps actuel. Car, comme nous l'avons vu plus haut, la formation est recouverte le plus souvent de dépôts de tourbe contenant des végétaux qui exigent un climat beaucoup plus doux que celui qui existait lors du dépôt des argiles; et d'autre part, à peu près au même moment où le dépôt de tourbe a commencé à se former, un grand nombre des mollusques aujourd'hui vivants paraissent avoir émigré. L'on n'a pas encore définitivement constaté en Suède la présence du terrain correspondant exactement à ce que M. Steenstrup appelle « skovmoser » (forêt marécageuse), et pour découvrir ce chaînon manquant dans la série des dépôts d'eau douce, il était extrêmement important de faire des recherches dans ce but en

Danemark.

Après avoir terminé mes travaux en Scanie dans l'automne de 1872, j'ai pu, grâce à la grande obligeance de M. le professeur Steenstrup, les compléter par une étude de l'île de Sélande. Ces investigations, qui ont été entreprises de concert avec M. Steenstrup et sous sa direction, ont conduit d'une manière générale aux mêmes résultats qu'en Scanie. Les restes des végétaux appartenaient aussi en majeure partie aux mêmes espèces, savoir : *Salix polaris*, *S. herbacea*, *S. reticulata*, *Dryas octopetala*, *Betula nana* et à quelques autres; mais comme, d'une part, les assises d'argiles étaient plus puissantes qu'en Scanie, et que,

d'autre part, elles étaient recouvertes, selon les localités, par des « skovemoser, » on avait à sa disposition une série beaucoup plus complète des formations qui représentent l'adoucissement successif du climat depuis l'époque glaciaire jusqu'à l'époque actuelle. M. Steenstrup se propose de publier incessamment les recherches que nous avons faites ensemble et celles qu'il a faites seul plus tard ; j'estime donc qu'il est inutile d'entrer maintenant dans plus de détails. En attendant, si l'on combine les résultats obtenus en Suède et en Danemark, on peut représenter, par le tableau suivant, les dépôts d'eau douce contenant des végétaux qui sont dus à l'époque de la première extension de la glace.

Formations postglaciaires	Tourbe avec	Chêne (Quercus sessiliflora et robur).
		Pin (pinus sylvestris).
		Tremble (Populus tremula) plus bas Betula nana.
	Argile avec	Betula nana. Salices, entre autres, S. herbacea, S. reticulata. Dryas octopetala, Cytheridea torosa. Limnea limosa, Pisidium, Anodonta.
		Salix polaris.
Période de glace		Pierres anguleuses.
Formation interglaciaire	Argile avec	Salix polaris, Dryas octopetala, Limnea limosa, Pisidium, Anodonta, Cytheridea torosa.
Période de glace		Pierres anguleuses.

Allemagne.

Mecklembourg.

Près de Oerzenhof, station de chemin de fer entre Neu-Brandenburg (Mecklembourg) et Strassburg (province Brandenbourg, Prusse), se trouvent plusieurs petits ma-

rais tourbeux qui reposent généralement sur de l'argile d'eau douce. L'un d'eux, situé immédiatement au nord-ouest de la station, présente les dispositions suivantes : l'argile d'eau douce repose comme d'ordinaire sur la moraine profonde, argile à pierres anguleuses, et renfermait des feuilles de Myriophyllum et des fruits de Potamogeton. Des feuilles de végétaux terrestres n'ont pas été rencontrées. L'argile était recouverte directement par une couche de tourbe de demi-pied à un pied d'épaisseur, formée principalement de mousses. Sur celle-ci se trouvait un limon coquillier d'environ un pied d'épaisseur, lequel finalement était recouvert de tourbe véritable qui, autant qu'on en pouvait juger d'après ce qui en restait, devait avoir eu une épaisseur de six à huit pieds et avoir été une forêt marécageuse. Dans le dépôt de tourbe, entre le limon coquillier et l'argile, il y avait beaucoup de feuilles de *Betula nana* et quelques-unes de *Betula alba*.

On pourrait encore mentionner une autre formation d'eau douce en se fondant sur les restes d'animaux, mais je n'ai pu y découvrir des débris de végétaux malgré des recherches poursuivies pendant deux jours. Cette formation est située à Angermünde, dans la province de Brandenburg, près du chemin de fer, entre Stettin et Berlin, et correspond exactement à l'argile d'Alnarp et d'autres localités en Scanie. Elle avait huit pieds d'épaisseur, était déposée dans un assez grand bassin (adossé à un lac), reposait sur l'argile de pierres anguleuses, et contenait, à une profondeur de six à sept pieds des *Limnea limosa*, un *Pisidium* (probablement le *pulchellum*) et des *Cytheridea torosa* (déterminés obligeamment par M. G.-O. Sars).

Bavière.

Voici les résultats des recherches faites au Kolbermoor, près de la station de chemin de fer de même nom dans le sud-est du bas pays bavarois.

Le marais est un marais émergé (hochmoor), coupé par places par des tranchées de quinze pieds de profondeur, sans toutefois atteindre le fond ; cependant la nature de la tourbe à cette profondeur pouvait faire supposer qu'elle ne s'étend pas beaucoup plus bas. Les couches inférieures offraient comme à l'ordinaire une masse homogène, qui est jaunâtre au premier moment, mais qui ne tarde pas à noircir au contact de l'air. Au-dessus, la tourbe était formée principalement de mousses aquatiques, et à huit pieds de profondeur et quatre pieds au-dessus du fond de la tourbière on trouvait dans cette masse une couche avec des feuilles de *Betula nana, B. alba, Myrtillus uliginosa, Oxycoccus palustris.* Plus haut encore, là où la masse tourbeuse était formée de *Sphagnum, Eriophorum,* etc., on trouvait des feuilles d'*Andromeda polyfolia.* Quant au *Betula nana*, il faut mentionner que ses feuilles, à la profondeur indiquée, se rencontrent en énorme quantité, formant une couche spéciale presque uniquement composée de cette espèce. A quelques endroits on trouve aussi des branches de ce bouleau, et même on peut quelquefois saisir distinctement les feuilles qui appartiennent à l'une ou l'autre branche et qui sont gracieusement rangées en bon ordre. Mais la circonstance qui donne à cette localité une grande importance, c'est que cette couche pouvait être suivie des deux côtés de la tranchée sur toute la longueur de celle-ci, et que partout la quantité de ces feuilles était égale-

ment prodigieuse. Ce ne sont donc pas seulement des vestiges épars de ce végétal que nous avons sous les yeux; cette couche met, au contraire, en évidence que le bouleau nain était à cette époque la principale essence végétale qui couvrait la surface du marais tourbeux, et que ce dernier devait avoir alors le même aspect que les marais tourbeux que nous voyons de nos jours dans le nord de la Suède et de la Norwége. Il est probable que c'est à cette végétation de marais que nous devons la conservation si parfaite des feuilles. Nous avons dit plus haut qu'on trouvait des feuilles de *Myrtillus uliginosa* avec celles du bouleau nain. Citons à cette occasion, comme un fait particulièrement intéressant, que la première de ces plantes croît encore aujourd'hui à la surface du marais tourbeux, tandis que la seconde est confinée sur quelques-unes des plus hautes sommités des Alpes bavaroises.

La tourbe repose sur des lits d'argile ou de sable argileux qui sont utilisés dans trois tuileries des environs. Malgré mes instances, je n'ai pu, sous aucune condition, obtenir la permission de visiter les fosses dans l'argile pour les étudier de plus près.

Suisse.

J'ai réussi à découvrir dans le canton de Zurich, à Gfenn, près de la station de chemin de fer de Schwerzenbach, dans le bas pays situé entre les lacs de Constance et de Zurich, une localité qui m'a fourni en abondance des restes de végétaux arctiques. Le terrain était de la tourbe, reposant sur du limon qui recouvrait de l'argile limoneuse, superposée à la formation des pierres anguleuses. Le marais tourbeux, qui était une forêt maréca-

geuse, quoique de quelques pieds seulement d'épaisseur, renfermait à la partie supérieure des chênes, au-dessous des pins, entremêlés de feuilles de bouleau. Entre la tourbe et l'argile on trouvait dans le limon des feuilles de *Betula alba, des cônes de pin,* etc. Dans la couche supérieure de l'argile il y avait des feuilles de *Myriophyllum,* de *Dryas octopetala, Betula nana,* des saules, des mousses, des élytres de coléoptères. Dans les couches inférieures l'argile devenait sableuse et renfermait encore des feuilles de *Salix reticulata* et de *Salix polaris.* La présence dans cette localité de cette dernière espèce qui ne se rencontre pas dans les Alpes, et qui ne se trouve que dans les régions polaires, offre un intérêt tout particulier, car elle prouve qu'une partie au moins de la flore alpine a une origine arctique. M. Oswald Heer, de Zurich, a déclaré, de la manière la plus positive, que c'est bien réellement l'espèce en question et non une forme alpine voisine. Je dois toutefois faire remarquer qu'aucune des feuilles que j'ai trouvées lors de ma visite n'était repliée, ce qui est ordinairement le cas des feuilles fossiles de cette espèce.

A côté des végétaux déjà nommés, dont les restes étaient les plus abondants, la partie supérieure de l'argile contenait aussi *Salix retusa, Salix myrtilloïdes, Salix sp.? Arctostaphylos uva ursi, Azalea procumbens, Polygonum viviparum,* et quelques autres non susceptibles d'être déterminés.

M. le professeur Heer, auquel j'ai indiqué la situation de la localité, et qui, par l'entremise du Dr Keller qui m'accompagnait dans ces recherches, a reçu une grande quantité de feuilles fossiles de cette provenance, continuera certainement les investigations à Schwerzenbach et

ne manquera pas de publier ses découvertes[1]. Je dois aussi faire observer que le bouleau nain, qui est très-répandu dans l'argile, ne se trouve vivant que dans une seule localité en Suisse, à Einsiedeln, bien qu'on prétende qu'il ne soit pas rare dans les marais tourbeux du Jura. Enfin, notons que les petites collines qui s'élèvent autour du marais tourbeux, et qui étaient anciennement couvertes de végétaux alpino-arctiques, sont aujourd'hui tapissés de pampres de vigne et de noyers.

Angleterre.

Devonshire.

Ma première visite en Angleterre était naturellement à Bovey Tracey dans le Devonshire, où déjà, en 1861, M. William Pengelly avait trouvé des feuilles de *Betula nana* dans une argile blanche stratifiée reposant sur le « boulder clay[2]. » En outre, M. Pengelly a rencontré dans la même localité, soit le *Salix cinerea*, soit une autre espèce du même genre que le professeur Heer a hésité de confondre avec le *Salix repens*. Depuis lors M. Heer m'a communiqué, soit verbalement, soit par écrit, qu'il a été conduit à rapporter cette variété au *Salix myrtilloïdes*.

Malgré de grandes difficultés, causées par l'abondance d'eau, j'ai réussi à trouver dans l'emplacement primitif, non-seulement le bouleau nain et des fragments de *Salix cinerea* avec des *fruits de carices*, etc., mais aussi dans

[1] Voyez Ueber die Pflanzen von Schwerzenbach : O. Heer, Arn. Escher v. d. Linth, Lebensbild eines Naturforschers, p. 261 à 262. (*Réd.*)

[2] Pour cette découverte, voyez le mémoire de M. W. Pengelly : « The lignites and clay of Bovey Tracey, et celui de M. le professeur Oswald Heer : « On the fossil flora of Bovey Tracey, » reproduits tous deux dans les *Philosophical Transactions* de 1862.

une argile tourbeuse d'un bassin moins rapproché, les végétaux déjà nommés et des feuilles de plusieurs variétés de saules, qui n'ont pas encore été déterminées. Il y avait aussi des feuilles d'*Arctostaphylos uva ursi*, qui ne croissent plus maintenant au sud de York et du Cumberland, quelques feuilles de *Betula alba*, des feuilles et des fruits d'un *Potamogeton* et des élytres d'une *Donacia*. Les feuilles du *Betula nana* étaient très-abondantes et accompagnées de quelques branches et d'écailles de chaton. Cette dernière localité est d'un abord plus facile que la première, soit parce qu'elle n'est pas submergée, soit parce que les débris de végétaux s'y rencontrent à un ou deux pieds de profondeur au lieu de huit à dix.

Norfolk.

Les dépôts contenant les débris de plantes arctiques, dont il a été question jusqu'ici, appartenaient aux formations postglaciaire et interglaciaire. Mais il est évident qu'on en doit aussi trouver dans les formations préglaciaires. Le dépôt connu sous le nom de Norfolk drift présente probablement la série la plus intacte et la plus complète des formations qui constituent la transition de l'époque tertiaire à l'époque glaciaire, dont le bord de la mer, entre Cromer et Happisburgh offre un profil particulièrement intéressant. On en trouvera une description détaillée dans « Lyell's Elements of geology, antiquity of. Man, etc.; » je me bornerai à rappeler ici que sur la craie repose le « Norwich Crag, » qui par places est recouvert de « Forest bed. » Cette couche renferme des restes de pins, de sapins, d'aulnes, de bouleaux, etc., avec des os de mammouth, de rhinocéros, etc., et est recouverte d'un dépôt de sable et d'argile (lignitelayers), avec des formations alter-

nantes d'eau douce et d'eau salée et des bandes minces de fragments de végétaux qui ont l'apparence de lignite. Bien que par places elle soit recouverte d'argile bleue stratifiée dépourvue de fossiles, elle l'est généralement par le « boulder clay » d'une épaisseur de vingt à quatre-vingt pieds, qui, à son tour, est recouverte de dépôts post-glaciaires. Si des débris de végétaux arctiques doivent se trouver dans les formations préglaciaires, il est évident qu'il ne faut les chercher qu'entre le « forest bed » et le « boulder clay. » Le « forest bed » n'était pas mis à découvert dans l'année 1872, mais la couche de lignite dont il a été question était accessible, et je l'ai étudiée pas à pas depuis Cromer jusqu'à Happisburgh. Ce qui a dès l'abord attiré mon attention, c'est que ces couches, dans leur partie supérieure renferment des débris de végétaux de plus en plus petits, en les examinant successivement de bas en haut: ce qui ne veut pas dire que les fragments de végétaux étaient plus petits, mais il est évident que les plantes, qui ont fourni des matériaux aux formations plus récentes, étaient de plus petite taille que celles qui composent les couches inférieures. Tout près du « forest bed » les branches ont dû appartenir à de grands arbres, dans les couches plus élevées à des arbrisseaux, et enfin, dans le voisinage immédiat du « boulder clay, » il est impossible qu'elles représentent autre chose que la végétation arctique. Comme ce fait est constant (à l'exception naturellement des places où les couches supérieures sont dénudées) et que ces couches supérieures recouvrent directement le « boulder clay, » on est fondé à conclure que ces couches ont été déposées sous un climat arctique avec une végétation correspondante.

J'ai été assez heureux de découvrir une preuve irréfu-

table de cette manière de voir, car j'ai réussi à trouver, dans la formation stratifiée, des feuilles et des branches de *Salix polaris* à quatre et à cinq pouces au-dessous du « boulder clay. » On pouvait à peine s'attendre à trouver des feuilles, car les branches étaient fortement usées et avaient été évidemment exposées à une action violente des vagues : la couche était pour cette raison en grande partie formée de sable. A l'endroit où ces feuilles ont été trouvées, à peu près à un demi-mille anglais au nord-ouest de Mundesley, le sable était un peu plus mélangé d'argile. Les feuilles offraient très-exactement les caractères du type, quelques-unes étaient repliées, de sorte qu'il ne peut pas y avoir le moindre doute sur l'exactitude de la détermination. J'ajouterai, en outre, qu'à côté des feuilles et des branches on rencontrait fréquemment une mousse qui représente le même climat. M. le Dr Berggren de Lund, qui a eu l'obligeance de l'examiner, a déclaré qu'elle appartient au *Hypnum turgescens* Sch., espèce qui se trouve dans le Herjedalen sur le Dovre, dans le Nordland, l'île des Ours, et en grande abondance dans le Spitzberg et dans le Grœnland. On l'a trouvée, en outre, dans les Alpes de Salzbourg. Un peu plus bas on rencontre la *Limnea limosa.*

Dans une couche un peu plus ancienne, représentant probablement un climat sous-arctique, au sud-est de Mundesley, j'ai trouvé, entre le « boulder clay » et le « forest bed, » un lit mince contenant des feuilles. D'après le petit nombre de feuilles que j'ai récoltées, dont plusieurs appartiennent au genre *Salix,* il paraîtrait qu'elles accusent un climat correspondant à la région des saules; toutefois, pour ne laisser aucun doute à cet égard, il faut encore accumuler les matériaux et les soumettre à une détermi-

nation plus approfondie. Les feuilles sont mélangées avec une grande quantité de graines.

M. Gunn, à Norwich, m'a montré des feuilles dans l'argile de la partie supérieure de la couche des forêts. Ces feuilles, dont le British museum possède quelques échantillons, appartiennent au *Salix cinerea.* Si maintenant nous combinons ce fait avec d'autres faits déjà connus et avec les résultats des recherches dont nous avons rendu compte dans cette notice, on peut grouper dans le tableau suivant les différentes formations préglaciaires, contenant des restes de végétaux, de la côte de Norfolk.

Période glaciaire		Boulder clay.
Formations préglaciaires	Sable et argile avec	Salix polaris, Hypnum turgescens, Limnea limosa.
		Salix hastata ? Salix nigricans ?
		Salix cinerea, Elephas antiquus, Rhinoceros etruscus.
	Couche du forest bed	Pinus, Alnus, Betula, etc., Elephas primigenius, etc.

La comparaison avec les formations postglaciaires de Scanie et de Danemark ne manque pas d'intérêt, car les formations sont parfaitement analogues, bien que naturellement dans un ordre inverse. Le « forest bed » correspond à la tourbe, qui devrait aussi comprendre la couche du *Salix cinerea.* L'autre partie du sable et de l'argile correspond aux argiles d'eau douce contenant les restes de végetaux arctiques, et le « boulder clay » correspond à la couche d'argile à pierres anguleuses.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

H.-C. VOGEL. UNTERSUCHUNGEN, etc. RECHERCHES SUR LES SPECTRES DES PLANÈTES. (Leipzig, 1874, Wilhelm Engelmann, libraire-éditeur; *Naturforscher*, VII, 36.)

Le *Naturforscher* nous apporte l'extrait d'un nouvel et important travail que vient de publier, sous ce titre, le savant directeur de l'observatoire de Bothkamp, M. le Dr H.-C. Vogel. Nous allons reproduire ici, d'après ce journal, le résumé des divers paragraphes de cet ouvrage qui traite successivement du spectre de toutes les planètes. M. Vogel a fait précéder l'observation de ces spectres d'une étude approfondie des raies telluriques, soit produites dans le spectre solaire par l'absorption de notre atmosphère. La lumière de chaque planète était analysée à l'aide d'un spectroscope plus ou moins dispersif, suivant l'éclat qu'elle présentait.

« Les raies principales du spectre de Mercure coïncident absolument avec celles du spectre solaire. Il résulte de plus des observations que certaines raies, qui ne se produisent dans le spectre du Soleil que lorsque cet astre est très-bas sur l'horizon et que l'absorption par notre atmosphère est très-considérable, se retrouvent en permanence dans le spectre de Mercure. On doit donc conclure de là à l'existence d'une enveloppe gazeuse autour de Mercure, exerçant sur les rayons solaires une action absorbante égale à celle de notre atmosphère, lorsqu'elle atteint son maximum. En général, les portions les moins réfrangibles du spectre de Mercure présentent un plus vif éclat que les portions plus réfrangibles. Mais il est impossible de séparer ici l'effet de notre atmosphère de celui qui est produit par l'atmosphère de la planète.......

« La lumière que nous envoie Vénus est semblable, dans ses traits essentiels, à la lumière solaire; il s'y ajoute seulement quelques raies qui peuvent être identifiées avec celles du spectre d'absorption de notre atmosphère. Les observations astronomiques ont démontré d'une manière à peu près certaine que Vénus est entourée d'une atmosphère renfermant, en couche très-dense, de nombreux produits de condensation. Puis donc que les modifications apportées par cette atmosphère au spectre solaire sont très-faibles, il faut en conclure que les rayons solaires qui nous sont renvoyés par Vénus sont réfléchis pour la plupart à la surface de la couche de nuages qui l'enveloppe, sans presque pénétrer à l'intérieur. D'après les observations de M. Janssen, les raies telluriques proviennent en grande partie de la vapeur d'eau: on peut donc, de ce qui précède, admettre comme très-probable que l'atmosphère de Vénus renferme de l'eau, cet élément si indispensable à la vie.....

« Dans le spectre de Mars, on retrouve un très-grand nombre de raies du spectre solaire. Dans les portions les moins réfrangibles du spectre apparaissent quelques bandes qui n'appartiennent point au spectre solaire, mais qui coïncident avec celles du spectre d'absorption de notre atmosphère...... On peut conclure avec certitude que Mars possède une atmosphère qui, pour la composition, ne diffère pas essentiellement de la nôtre, et doit être riche, en particulier, en vapeur d'eau. La coloration rouge de Mars semble résulter d'une absorption qui s'exerce généralement sur les rayons bleus et violets dans leur ensemble; au moins il n'a pas été possible de discerner, dans cette portion du spectre, des bandes d'absorption tranchées. Dans le rouge, entre C et B, on devine des raies qui seraient spéciales au spectre de Mars, mais il n'a pas été possible de fixer leur position à cause de la trop faible intensité lumineuse.....»

Parmi les petites planètes, M. Vogel a observé Vesta et Flora; ces observations présentent une grande incertitude

par suite du peu d'éclat du spectre; celles qui ont été faites sur Vesta sembleraient indiquer l'existence d'une atmosphère autour de ce planétoïde.

« Les recherches sur le spectre de Jupiter ont établi que la plupart des raies qu'on distingue dans le spectre de cette planète, et elles sont en très-grand nombre, coïncident avec des raies du spectre solaire. Le spectre de Jupiter diffère de celui du Soleil par la présence de quelques bandes obscures dans la portion la moins réfrangible, et parmi lesquelles on doit signaler surtout une bande dans le rouge, dont la longueur d'onde a été évaluée en moyenne à 617,85 millioniènes de millimètre. Les autres raies étrangères au spectre solaire coïncident avec des raies telluriques.

« Tandis qu'il se produit des bandes dans les parties les moins réfrangibles du spectre, les radiations les plus réfrangibles bleues et violettes éprouvent une absorption uniforme. L'enveloppe gazeuse, qui entoure Jupiter, exerce donc sur les rayons solaires qui la traversent une action analogue à celle que produit notre atmosphère, d'où il nous est permis de conclure, en nous appuyant encore sur les observations de M. Janssen, à la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Jupiter. Propre au spectre de Jupiter est cette bande obscure, dans le rouge, mentionnée plus haut (longueur d'onde, 617,9). On ne peut pas décider, pour le moment, si la production de cette bande résulte de la présence d'un corps spécial qui ne se trouve pas dans notre atmosphère, ou de ce que les gaz, composant l'atmosphère de Jupiter, seraient mélangés dans des proportions différentes que dans l'air. Il serait possible aussi que la composition des deux atmosphères soit la même, mais que leur action sur les rayons solaires diffère seulement, par suite des circonstances de température et de pression, tout autres à la surface de Jupiter de ce qu'elles sont sur notre planète.

« Le spectre des bandes sombres qu'on observe sur le disque de Jupiter, se caractérise surtout par une absorption uni-

forme, très-marquée que subissent les rayons bleus et violets. On ne voit point apparaître à ces places-là de nouvelles bandes d'absorption. mais les raies y sont plus marquées et plus larges qu'ailleurs, ce qui prouve nettement que les portions obscures à la surface de Jupiter sont plus profondes que les portions avoisinantes. La lumière solaire pénètre plus profondément en ces places-là dans l'atmosphère de la planète et y subit une altération plus marquée.

« La coloration rouge de la planète et en particulier la teinte plus prononcée des portions sombres s'explique par l'absorption uniforme que l'atmosphère de Jupiter exerce sur les rayons bleus et violets.....

« Dans le spectre de Saturne, on a pu reconnaître les raies les plus marquées du spectre solaire. Quelques bandes, surtout dans le rouge et l'orangé, n'ont pas leur équivalent dans le spectre solaire, mais elles coïncident avec des groupes de raies du spectre de notre atmosphère, à l'exception toutefois d'une bande très-intense (longueur d'onde moyenne, 618,2). Les rayons bleus et violets subissent une absorption uniforme dans leur passage à travers l'atmosphère de Saturne ; cette absorption est surtout très-marquée dans la zone équatoriale obscure. Le spectre de Saturne présente donc la plus grande analogie avec celui de Jupiter.

« Il n'en est pas de même du spectre de l'anneau de Saturne. La bande caractéristique dans le rouge ne s'y retrouve pas, ou du moins elle n'y est marquée que par une faible trace. On pourrait conclure de là que l'anneau n'a pas d'atmosphère, ou du moins n'est entouré que d'une couche gazeuse de densité et d'épaisseur très-faibles.....

« Le faible éclat du spectre d'Uranus ne permet pas d'y distinguer des raies de Fraunhofer ; on y voit néanmoins une bande dont le milieu coïncide dans la limite des erreurs d'observation avec la raie F. On a pu mesurer avec une certaine exactitude les longueurs d'onde de cinq bandes du spectre d'Uranus (longueurs d'onde, 618, 596, 573.8, 542.5

et 486.1 millionièmes de millimètre). En outre, la portion la plus obscure d'une bande dans le rouge a été fixée à 628 millionièmes de millim., mais à cause de l'excessive faiblesse de cette portion du spectre, cette donnée est très-incertaine: il en est de même pour les bandes situées à l'autre extrémité du spectre entre 457 et 427. Vers le milieu du spectre, on a encore discerné dans certaines occasions d'autres bandes dont la position n'a pu toutefois être établie.

« Il est hors de doute que les bandes, observées de la sorte, dans le spectre d'Uranus, résultent de l'absorption des rayons solaires dans une atmosphère enveloppant cette planète. Il n'est pas possible, dans l'état actuel de la science, de déterminer quels sont les corps qui produisent cette absorption. Nous remarquerons seulement qu'une des bandes du spectre d'Uranus (longueur d'onde, 618) coïncide exactement avec une bande des spectres de Jupiter et Saturne.....

« Le spectre de Neptune diffère essentiellement du spectre solaire; il est caractérisé par la présence de quelques larges raies d'absorption. Son très-faible éclat ne permet pas d'y reconnaître les raies de Fraunhofer, ni de mesurer avec exactitude la place des bandes obscures. Il semble néanmoins ressortir de ces mesures que le spectre de Neptune est identique à celui d'Uranus. »

M. William Huggins. Sur les mouvements de quelques nébuleuses. (*Proceedings of the Royal Society*, volume XXII, n° 151.)

Une série d'observations du même auteur, communiquées à la Société royale en 1872, a montré qu'en ayant égard à la position dans le ciel d'étoiles qui se rapprochent de la terre, ou qui s'en éloignent, ainsi qu'aux vitesses relatives de ces changements de distances, le déplacement du soleil dans l'espace ne saurait être considéré comme la cause unique des mouvements de ces étoiles. Il paraît, au contraire, extrê-

mement probable que, dans le mouvement apparent de ces étoiles, il faut tenir compte de deux autres facteurs indépendants du déplacement du soleil, savoir, d'un mouvement commun à certains groupes d'étoiles, et d'un mouvement propre à chaque étoile.

L'auteur a récemment étendu ses recherches à l'observation du mouvement en avant et en arrière des nébuleuses, dans l'espoir de jeter quelque jour sur les relations cosmiques des nébuleuses gazeuses avec notre système stellaire. Cette étude présentait de grandes difficultés, soit à cause de l'extrême pâleur des objets, soit par suite des changements de position à peine appréciables dans les lignes du spectre. De plus, la ligne la plus brillante du spectre des nébuleuses ne coïncidait suffisamment, ni par ses caractères, ni par sa position, avec la ligne la plus brillante du spectre de l'azote, pour permettre de s'en servir comme d'un point de repère auquel on pût se fier. En effet, la ligne dans le spectre des nébuleuses est étroite et parfaitement définie, tandis que celle de l'azote est une ligne double, dont chaque moitié, d'apparence diffuse, est plus large que la ligne des nébuleuses. Celle-ci paraît coïncider avec le milieu de la portion la moins réfrangible de la ligne double de l'azote. Les troisièmes et quatrièmes lignes dans le spectre des nébuleuses sont évidemment celles de l'hydrogène ; malheureusement leur extrême pâleur rend impossible de s'en servir comme de point de comparaison dans les conditions indispensables d'un fort pouvoir dispersif, sauf cependant dans le cas des nébuleuses les plus brillantes. La seconde ligne dans le spectre des nébuleuses coïncide sensiblement avec la ligne du fer, la longueur d'onde étant de 495,7 ; mais dans le plus grand nombre de cas elle est d'une pâleur qui rend toute observation difficile.

Dans le cours de ces expériences, l'attention de M. Huggins s'est portée sur une ligne dans le spectre du plomb, qui coïncidait avec la portion la moins réfrangible de la ligne double

de l'azote. Cette ligne, qui est très-étroite et bien définie sur les bords, occupe dans le spectre la position de la ligne la plus brillante des nébuleuses. Comparée directement avec la première ligne du spectre de la grande nébuleuse d'Orion, elle a paru à l'auteur coïncider suffisamment avec cette dernière pour pouvoir servir de repère ou de ligne de comparaison[1]. Le spectroscope employé dans ces observations renfermait deux prismes composés, doués l'un et l'autre d'un pouvoir dispersif de 9°,6′ de A en H. Le grossissement était de 16 diamètres.

Dans l'observation simultanée des deux lignes, il a été reconnu que si la ligne du plomb était rendue un peu moins brillante que celle des nébuleuses, cette dernière, grâce à sa plus grande largeur et à son éclat, paraissait dépasser légèrement la ligne du plomb du côté le moins réfrangible, de manière que les côtés les plus réfrangibles de chacune des deux lignes paraissaient traverser le spectre en ligne droite. Cette dernière ligne pouvait donc être employée commodément comme repère dans les observations que l'auteur avait en vue. Dans la carte de Thalen (1868), elle est représentée par un trait court, pour indiquer que dans les conditions de l'étincelle observée par ce savant, la ligne en question ne pouvait être émise que par les portions de la vapeur de plomb qui se trouvaient dans le voisinage immédiat des électrodes. M. Huggins a remarqué qu'en modifiant le caractère de l'étincelle, cette ligne s'allonge de façon à s'étendre d'un électrode à l'autre. Il est possible d'obtenir telle condition de l'étincelle où les lignes les plus accentuées du spectre ordinaire de plomb sont à peine visibles, et où la ligne dont nous parlons devient l'une des plus éclatantes du spectre, à l'exception de la ligne brillante à l'extrémité du violet.

[1] L'auteur ne prétend pas que la coïncidence soit parfaite. Il croit, au contraire, que s'il était possible d'employer des prismes plus puissants, la ligne dans le spectre du plomb se trouverait être tant soit peu plus réfrangible que la ligne correspondante dans le spectre des nébuleuses.

Chaque nébuleuse a été observée dans le courant de 1873 pendant une série de nuits successives, sans qu'on ait jamais pu remarquer le plus petit changement dans les positions relatives de la ligne nébuleuse et de celle du plomb. L'auteur en conclut qu'aucune des nébuleuses observées n'indique un mouvement de translation égal à 25 milles anglais par seconde, y compris le mouvement de la terre pendant le même temps. On comprend que dans le calcul des résultats des observations, il est indispensable de tenir compte de ce mouvement. En supposant, en effet, que la terre s'éloigne de la nébuleuse avec une vitesse, par exemple, de 10 milles par seconde, la nébuleuse semblerait ne s'éloigner qu'avec une vitesse de 15 milles, et par contre, la nébuleuse pourrait paraître s'approcher de la terre avec une vitesse de 35 milles par seconde, alors qu'une portion de cette vitesse, représentée par 10 milles, serait due au mouvement de la terre dans la direction inverse.

En résumé, les observations de M. Huggins tendent à montrer que les nébuleuses gazeuses, envisagées comme classe, ne sont pas douées de mouvements propres égaux aux mouvements des étoiles les plus brillantes. L'auteur fait remarquer que deux autres espèces de mouvements peuvent exister chez les nébuleuses, et être indiqués par le spectroscope, pourvu qu'ils soient suffisamment rapides. 1° Un mouvement de rotation dans les nébuleuses planétaires, mouvement qui pourrait être vérifié en dirigeant la fente du spectroscope successivement sur les bords opposés de ces nébuleuses. 2° Un mouvement de translation dans la direction visuelle de certaines portions de la matière intérieure de la nébuleuse, mouvement qu'on pourrait vérifier en comparant les différentes portions d'une nébuleuse suffisamment grosse et brillante.

Depuis que l'existence de véritables nébuleuses a été établie par le spectroscope, M. Proctor et le professeur d'Arrest ont attiré l'attention des astronomes sur la position relative des nébuleuses gazeuses considérée par rapport à la voie lactée

et au système sidéral en général. C'est dans l'espoir de contribuer à jeter quelque jour sur cette question que M. Huggins a fait une série d'observations sur les mouvements des nébuleuses dont nous donnons ci-dessous les résultats. Les nombres que renferme ce tableau sont extraits du « Catalogue général des nébuleuses » de sir John Herschell. Le mouvement indiqué pour la terre est la moyenne des mouvements des différents jours d'observation.

N°	*h*	H	Autres astronomes.	Mouvement de la terre s'éloignant des nébuleuses.
1179	360	....	M. 42	7 milles par seconde.
4234	1970	.....	Σ. 5	12 » » »
4373	....	IV. 37	.....	4 » » »
4390	2000	.....	Σ. 6	2 » » »
4447	2023	.....	M. 57	3 » » »
4510	2047	IV. 51	.....	14 » » »
4964	2241	IV. 18	.....	13 » » »

PHYSIQUE.

Eilhard Wiedemann. Notice préliminaire sur une nouvelle méthode pour la mesure de la chaleur spécifique des gaz. (Communiqué par l'auteur.)

Depuis les recherches de M. Regnault aucun physicien n'a repris d'une manière approfondie l'étude de cette importante question, ce qui tient peut-être à la complication et aux grandes dimensions des appareils à employer. Or, j'ai réussi précisément à trouver une méthode qui réalise, avec des moyens beaucoup plus simples, une exactitude aussi grande que celle à laquelle est parvenu M. Regnault avec la sienne.

Le gaz à étudier est renfermé dans un ballon de caoutchouc d'une contenance de vingt-cinq litres environ, maintenu dans un ballon de verre vide, au moyen d'un tube de verre fixé dans un bouchon de caoutchouc. Un autre tube

sert à mettre le ballon de verre en communication avec un second ballon, communiquant lui-même avec un réservoir plein d'eau placé dix pieds au-dessus. Un manomètre donne la pression dans l'intérieur de ce second ballon. Lorsqu'on fait arriver de l'eau du réservoir dans le second ballon, on comprime l'air qui s'y trouve et cette pression se transmet sur le ballon de caoutchouc. On fait passer ainsi une certaine quantité du gaz à étudier le ballon de caoutchouc dans l'appareil de réchauffement et dans le calorimètre. La quantité de gaz expulsée peut se mesurer exactement au moyen du poids de l'eau introduite, en tenant compte pour cela de la température et de la pression.

L'appareil de réchauffement consiste en un tube de 3 mètres de long et 9 centimètres de diamètre, entièrement rempli de tournure de cuivre et placé dans une caisse de plomb pleine d'eau bouillante. Le réchauffement du gaz est complet, lorsque dix litres de gaz traversent l'appareil par minute.

Le calorimètre se compose d'une série de tubes d'argent de 43^{mm} de hauteur, 9^{mm} de largeur, remplis de tournure d'argent, et que le gaz traverse tous les uns après les autres. Ces tubes d'argent, au nombre de trois, plongent dans un vase cylindrique en cuivre argenté de 54^{mm} de hauteur, 44^{mm} de largeur, rempli d'eau. De l'élévation de température que subit cette eau, étant connu l'équivalent en eau du vase et des tubes, on peut déduire la quantité de chaleur abandonnée par le gaz et sa chaleur spécifique.

Pour éviter le rayonnement, on s'arrange de façon à ce que la température de l'espace ambiant soit constante et égale exactement à la moyenne entre la température initiale et la température finale de l'eau du calorimètre. A cet effet, l'appareil de refroidissement est enfermé dans une boîte de laiton à double enveloppe, l'intervalle entre ces deux enveloppes étant rempli d'eau, de manière à maintenir une température bien constante tout autour de l'appareil. La caisse à double paroi est en outre protégée contre le rayonnement direct de l'appareil à réchauffement par un écran en bois.

Les faibles dimensions du calorimètre et la petite quantité d'eau qu'il contient, 60 grammes environ, permettent d'obtenir une élévation de température assez notable, même avec une petite quantité de gaz. Ainsi, par exemple, avec vingt litres d'eau, se refroidissant de 100° à 20° environ, on peut observer une élévation de température de 8° dans le calorimètre.

Pour cette même élévation de température, la méthode de M. Regnault exige environ dix fois autant, soit 200 litres. La diminution de la quantité de gaz nécessaire à l'expérience acquiert une importance d'autant plus grande que la préparation du gaz présente de plus grandes difficultés, et elle permet d'étendre ces recherches à un beaucoup plus grand nombre de gaz qu'avec le procédé de M. Regnault.

Jusqu'ici je n'ai opéré encore qu'à titre d'essai, et pour contrôler ma méthode, sur l'air, l'acide carbonique, l'hydrogène et l'éthylène. Pour l'air, d'abord, j'ai obtenu, en prenant au hasard au milieu d'un nombre considérable de mesures faites sur ce gaz :

	0,242
	0,236
	0,245
	0,240
	0,237
	0,233
	0.237
Moyenne	0,237

M. Regnault a trouvé 0,2377.

Pour l'acide carbonique, j'ai obtenu entre 25° et 100°.

	0.211
	0,208
	0,201
	0.208
Moyenne	0,208

M. Regnault donne : 0,2043.

Pour l'hydrogène ma méthode a conduit aux résultats suivants :

	3,398
	3,430
	3,434
Moyenne	3,431

M. Regnault a trouvé 3,409.

Pour l'éthylène, j'ai obtenu :

	0,3950
	0,4070
Moyenne	0,4010

M. Regnault donne 0,4147 et 0,3933, moyenne 0,4040. Dans deux autres expériences sur ce dernier gaz, altéré par le mélange d'un peu d'air, j'ai trouvé 0,3850 et 0,3750, c'est-à-dire une valeur trop faible, comme on pouvait s'y attendre.

La concordance entre ces expériences et celles de M. Regnault est, on le voit, très-satisfaisante. Je donnerai, dans un mémoire subséquent, une description plus exacte et détaillée de la méthode, avec une critique du procédé et de la manière d'éliminer les causes d'erreur. Je suis occupé, dans ce moment, à étendre ces expériences à d'autres gaz, et je me propose d'étudier spécialement l'influence de la température sur la chaleur spécifique des gaz et des vapeurs. W.

LECOQ DE BOISBAUDRAN. SPECTRES LUMINEUX. SPECTRES PRISMATIQUES ET EN LONGUEURS D'ONDES, DESTINÉS AUX RECHERCHES DE CHIMIE MINÉRALE. Grand in-8°, avec atlas de 29 planches. Paris, 1874.

M. Lecoq de Boisbaudran vient de publier un ouvrage considérable dont l'utilité sera vivement appréciée par toutes les personnes qui s'occupent d'analyse spectrale. Nous ne saurions mieux en faire connaître le but qu'en reproduisant ici les lignes par lesquelles débute l'auteur.

« Le spectroscope est maintenant l'auxiliaire indispensable de tous les chimistes; cependant le grand nombre des raies contenues dans la plupart des spectres isolés, et la fréquente superposition de plusieurs spectres limitent beaucoup les applications de la nouvelle méthode analytique dès qu'on est privé de dessins représentant les images prismatiques des principales substances chimiques.

« Il est vrai qu'on a publié d'excellentes cartes spectrales, mais elles ont été construites dans des conditions expérimentales qui me paraissent difficiles à réaliser dans la pratique usuelle. Or, comme l'emploi qui a généralement été fait de puissantes sources calorifiques modifie profondément la composition de la lumière émise, il arrive qu'en opérant avec les appareils ordinaires on n'obtient pas toujours les spectres tels qu'ils sont decrits par les auteurs. Ainsi. pour ne citer qu'un exemple, dans le travail si exact de M. Thalen, le coesium est privé de ses deux raies bleues caractéristiques.

« D'ailleurs, à l'époque où je fis, pour mon usage personnel, la plupart de mes dessins de spectres, les publications de ce genre étaient rares. J'ai revu ces anciens dessins, et j'en ai remesuré les raies avec plus d'exactitude, profitant des déterminations de longueurs d'ondes exécutées par MM. Mascart, Thalen, Angström, etc., pour établir les bases d'une meilleure graduation de mon spectroscope.

« J'ai l'espoir que les chimistes trouveront quelque avantage dans la publication de ce travail fort long, que tous ne peuvent entreprendre. C'est dans la même pensée que je fais précéder la description des planches de remarques notées pendant mes recherches. Ces renseignements pourront paraître superflus aux spécialistes; mais les personnes peu versées dans l'usage des spectroscopes y trouveront probablement quelques indications utiles sur l'emploi de cet instrument et sur une manière très-simple de le graduer.

« Les mesures seules ne suffisent pas toujours pour identifier rapidement ces spectres, car des raies très-voisines peu-

vent appartenir à des substances différentes. La physionomie des spectres est d'une importance capitale, puisqu'on ne peut confondre une raie linéaire avec une bande nébuleuse, ni les bandes dégradées vers la gauche avec celles qui le sont vers la droite, non plus qu'avec d'autres bandes symétriquement ombrées à droite et à gauche. Dans plusieurs ouvrages importants (Thalen, Huggins), les raies ne sont cependant représentées que par de simples traits. Je me suis attaché, au contraire, à reproduire autant que possible tout ce qu'on voit dans l'instrument : traits vifs, ombres symétriques ou non, nébulosités, intensités variées, etc., je n'indique les raies par de simples traits que sur une seconde échelle, divisée proportionnellement aux longueurs d'ondes, qu'on trouve ainsi rapidement sans avoir recours au texte. »

Cet ouvrage, on le comprendra, n'est absolument pas susceptible d'être analysé ; bornons-nous à dire que, dans les premières pages, l'auteur a donné un exposé clair et méthodique des procédés qu'il convient d'employer de manière à mettre les chimistes à même d'obtenir des résultats toujours identiques. Les planches sont excessivement soignées, et comprennent pour chaque substance son spectre avec la physionomie qu'il présente sous le spectroscope, puis à côté un diagramme du même spectre, rapporté aux longueurs d'ondulation. Quel que soit le soin avec lequel la gravure a été effectuée, on sera souvent obligé, au moins pour les observations précises, de recourir au texte dans lequel chaque raie est minutieusement décrite.

Nous devons féliciter l'auteur d'avoir mené à bien ce grand travail, et d'avoir ainsi rendu un service signalé à la science.

W. CROOKES. ON THE ACTION OF HEAT ON GRAVITATING MASSES. DE L'ACTION DE LA CHALEUR SUR LA PESANTEUR. (Extrait du *Philosophical Magazine*, décembre 1873.)

C'est en cherchant à déterminer le poids atomique du

thallium que l'auteur a eu, pour la première fois, l'occasion d'observer une diminution de poids causée par la chaleur. Il rappelle que, déjà en 1792, le Rév. Bennet avait signalé le fait de l'attraction par les corps chauds d'une substance légère délicatement suspendue dans l'air, attraction que cet auteur attribuait naturellement aux courants d'air. Laplace parle d'une action répulsive exercée par la chaleur. Fresnel décrit une expérience dans laquelle la lumière solaire concentrée par une lentille produit une action répulsive entre deux disques dont l'un est suspendu et l'autre fixe. M. Faye a aussi cherché l'explication de certains phénomènes astronomiques dans l'hypothèse d'une action répulsive due au calorique.

M. Crookes a successivement employé divers appareils de plus en plus perfectionnés dans le but d'arriver à constater l'action que la chaleur elle-même peut exercer sur le poids des corps soustraits à l'influence des courants d'air et des autres forces connues. Il s'est surtout servi d'une balance formée d'un brin de paille portant une boule de moelle à chaque extrémité et renfermée dans un tube de verre communiquant avec une pompe de Sprengel. Dans d'autres expériences, il remplaçait l'appareil que nous venons de décrire, par un long tube de verre dans lequel il suspendait un léger index au moyen d'une fibre de cocon.

M. Crookes ne s'est pas non plus contenté du vide produit par la pompe de Sprengel. Dans plusieurs expériences il a réalisé, par des moyens chimiques, un vide si parfait qu'il ne livrait plus passage à l'étincelle d'une bobine de Rhumkorff dont les électrodes communiquaient avec deux pointes métalliques pénétrant dans le tube contenant la balance.

Dans ses premières recherches, l'auteur se bornait à approcher de l'appareil une flamme d'esprit de vin ou une boule de verre remplie d'eau chaude. Il constatait alors des actions diverses suivant la densité de l'air environnant la balance ou l'index suspendu. Dans l'air à la pression ordi-

naire, par exemple, le corps chaud attire la boule ou l'index dont on l'approche, tandis qu'il les repousse dès qu'ils se trouvent dans de l'air suffisamment raréfié. Les résultats sont les mêmes, si l'on fait agir, comme source de chaleur, un fil de platine placé dans l'intérieur de l'appareil et rendu incandescent par le passage d'un courant électrique. Cette disposition a d'ailleurs l'avantage de permettre de mieux suivre les diverses phases du phénomène, à mesure que l'on raréfie l'air contenu dans le tube. On arrive, par ce moyen, à déterminer assez exactement le degré de pression auquel correspond le renversement de l'action du corps chaud. On voit alors l'action attractive diminuer graduellement. A un certain point de raréfaction, le corps chaud ne semble plus exercer aucune action sur la balance, et si l'on continue alors à faire le vide, il ne tarde pas à se produire une action répulsive. La balance à boules de moelle n'est pas la seule dont se soit servi M. Crookes, et il a constaté que les corps chauds agissent absolument de la même manière sur beaucoup d'autres substances, telles que l'ivoire, le cuivre, le platine, la moelle dorée, l'argent, le bismuth, le selenium, le cuivre, le mica, le charbon.

L'approche d'un morceau de glace exerce une action inverse de celle des corps chauds. Cette influence apparente du froid tient sans doute à ce que le corps suspendu, devenant plus froid que l'espace ambiant, est attiré par les corps environnants placés du côté opposé à celui où se trouve la glace.

Les faits singuliers dont il est ici question ont naturellement reporté l'attention de M. Crookes sur la balance de Cavendish. En opérant avec un appareil analogue, il est arrivé aux résultats suivants :

« Une masse métallique pesante que l'on approche d'une boule légère librement suspendue produit les phénomènes suivants :

1° *Dans l'air à la densité ordinaire.*

a. Si la masse métallique est plus froide que la boule, elle la repousse;

b. Si la masse est plus chaude que la boule, elle l'attire.

2° *Dans le vide.*

a. Si la masse est plus froide que la boule, elle l'attire;

b. Si la masse est plus chaude que la boule, elle la repousse.»

Les expériences que nous venons de décrire brièvement ont reçu diverses interprétations. Celle de M. Crookes est qu'il faut attribuer tous ces phénomènes à la radiation même dont les ondulations viennent frapper les corps suspendus librement.

Dans un nouveau mémoire, récemment publié dans le *Philosophical Journal*[1], il se prononce encore plus explicitement en faveur de cette explication, en même temps qu'il fait connaître les résultats de recherches nouvelles.

La perfection du vide réalisé dans ses expériences, ainsi que le renversement régulier des phénomènes, lorsque l'on passe de l'air ordinaire au vide, lui semblent réfuter victorieusement toute explication basée sur la production de courants d'air.

A l'origine de ses recherches, M. Crookes n'était pas éloigné de croire que l'électricité jouait un rôle dans la production de ces phénomènes d'attraction et de répulsion. Il n'a pas tardé cependant à reconnaître que l'action de l'électricité est trop variable pour pouvoir rendre compte de faits aussi réguliers. Une expérience directe a d'ailleurs pleinement confirmé cette manière de voir. Pour cela il s'est servi d'une petite masse de magnésium suspendue au moyen d'un fil de platine dans un long tube de verre. Ce fil de platine, faisant saillie en dehors du tube, pouvait à volonté être chargé d'électricité ou mis en communication avec le sol. Dans l'intérieur du tube pénètre aussi un fil de platine

[1] *Philosophical Magazine*, août 1874.

chauffé par le passage d'un courant électrique. Avec cette disposition, et en faisant peu à peu le vide dans le tube au moyen de la pompe de Sprengel, il a pu constater que les phénomènes habituels d'attraction et de répulsion restaient absolument les mêmes lorsque la masse de magnésium communiquait avec le sol, et lorsqu'elle était chargée elle-même d'électricité.

M. Crookes est donc maintenant convaincu que la radiation des corps chauds est bien la principale cause des mouvements qu'il a observés. Dans sa nouvelle communication, il fait connaître les résultats qu'il a obtenus en ce qui concerne l'action de la chaleur solaire sur les corps suspendus dans le vide. En projetant les diverses parties du spectre sur un index à boules de moelle ainsi suspendu, il a pu constater que tous les rayons solaires, depuis les rayons extra-rouges jusqu'aux extra-violets, produisent une répulsion dans le vide. L'index dont il se servait pour ces expériences était d'ailleurs, dit-il, si sensible que la lumière de la lune suffisait pour le faire dévier.

BOTANIQUE.

Paul Hacquart. Traité pratique et rationnel de botanique médicale. Rouen, 1872.

Nous vivons dans une époque de vulgarisation ; les sciences et les ouvrages destinés à mettre à la portée de tous, les fruits et les recherches de quelques-uns, se multiplient tous les jours. A côté des services signalés que rendent les travaux de ce genre, ils ne laissent cependant pas que de présenter certains écueils. Plus ils sont par leur nature même destinés à une nombreuse classe de lecteurs, plus ils demandent à être soigneusement travaillés, afin de ne pas répandre, à côté des notions justes qu'ils renferment, d'autres idées fausses ou incomplètes. Si les auteurs n'ont généralement

pas à faire appel à leurs recherches originales, ils doivent se tenir en garde contre une tentation séduisante : celle de trop généraliser, et (pour obtenir quelque chose de clair et de complet) d'admettre comme définitives des idées et des théories qui sont encore discutées par les savants.

Ces écueils nous paraissent avoir été heureusement évités par M. Hacquart, qui a choisi un des sujets les plus intéressants et les plus utiles à répandre. En effet, la connaissance des principes médicaux renfermés dans les plantes, l'art d'utiliser les végétaux qui nous entourent ne peuvent manquer d'exercer un grand attrait sur tous les esprits cultivés, et nous sommes convaincus que le petit volume de M. Hacquart, que ses dimensions restreintes et la modicité de son prix mettent à la portée de tous, est appelé à rendre de grands services. La connaissance des *simples*, si populaire autrefois, est peut-être tombée un peu trop en désuétude devant les progrès toujours croissants de la médecine, et c'est faire une œuvre utile que de chercher à la remettre en honneur.

L'auteur a divisé son travail en trois parties : Dans les deux premières il esquisse à grands traits l'organisation des végétaux et les principes de la classification. Dans la troisième, de beaucoup la plus importante et la plus considérable, il passe en revue les principaux groupes végétaux. Après une énumération rapide des caractères de chaque famille, M. Hacquart en indique les propriétés médicinales en général, puis il énumère les genres et espèces d'un emploi usuel, indiquant en même temps les conditions de cet emploi. Cette partie nous a paru complète ; les notions qui y sont données sont claires et précises et répondent bien à l'épigraphe de l'ouvrage. « Le meilleur médecin est celui qui apprend aux malades à se guérir eux-mêmes. » Notons, en particulier, le soin avec lequel l'auteur a mis ses lecteurs en garde contre les plantes qui, à côté de vertus puissantes, sont d'un usage dangereux. Cette partie se termine par un « mémorial théra-

peutique, » énumération des diverses affections du corps humain, avec renvoi aux végétaux qui s'y appliquent.

Quant aux deux premières parties nous ne nous y arrêterons pas ; le cadre même de l'ouvrage les condamnait à être brèves et incomplètes; peut-être pourrait-on leur reprocher d'être un peu trop surchargées de noms techniques qui ne sont pas toujours d'une application pratique dans le reste de l'ouvrage. Il s'y est en outre glissé quelques erreurs; par exemple, lorsque l'auteur, décrivant la fécondation, dit que « la graine de pollen se déchire pour donner passage à un liquide qui pénètre par le style jusqu'à l'ovaire où il est absorbé par l'ovule. » La description exacte du tube pollinique n'aurait été ni plus longue ni plus difficile à comprendre.

Signalons enfin à M. Hacquart deux lacunes qu'il lui sera facile de combler dans une autre édition de son ouvrage :

Nous aurions aimé voir un chapitre consacré à des considérations sur l'uniformité des propriétés thérapeutiques dans certains groupes végétaux, sur les lois générales de la répartition des principes actifs dans les différents organes, etc. Les données de cette nature sont éparses dans tout l'ouvrage, et ce sujet, imparfaitement connu, aurait, croyons-nous, donné lieu à quelques développements intéressants.

Nous avons ensuite constaté avec regret l'absence complète de tous renseignements bibliographiques. Un des mérites des ouvrages vulgarisateurs, c'est d'ouvrir l'esprit de ceux qui les lisent à des idées nouvelles, et de les encourager à poursuivre souvent un peu plus loin leurs études. Des indications précises sur les principales publications, traitant de la même matière, nous paraissent donc un appendice nécessaire aux ouvrages de cette nature.

Les quelques critiques que nous nous sommes permis d'adresser à M. Hacquart ne visent en somme que les parties

secondaires de son œuvre ; la partie principale répond tout à fait au but cherché, et le *Traité de botanique médicale* reste pour nous un vade-mecum pratique à consulter et renfermant beaucoup de notions utiles. M. M.

F.-P.-C. Siragusa. Sulle funzioni delle radici...... Les fonctions des racines des plantes. Palerme, 1874; br. in-8°.

Ce petit mémoire est le premier d'une série dans laquelle M. Siragusa se propose de passer en revue les diverses théories émises sur les fonctions des racines, et d'en proposer à son tour une nouvelle, rationnelle, et rendant compte de tous les phénomènes. Nous avons plutôt ici le résultat d'études approfondies que de recherches originales. Dans ces pages, l'auteur se borne à examiner l'action des racines sur les principes minéraux contenus dans le sol ; il s'attache, en particulier, à l'exhalation d'acide carbonique (produit d'une désorganisation ou « décarbonisation » des tissus) et à l'effet de ce gaz sur les sels insolubles. M. Siragusa n'attribue, croyons-nous, pas assez d'importance à la présence d'un principe acide dans la sève des racines, telle qu'elle ressort des expériences de M. Sachs sur des fragments de marbre. Ce n'est, du reste, qu'après la publication des mémoires suivants qu'il nous sera possible d'entrer un peu plus à fond dans l'examen des vues de M. Siragusa. M. M.

T. Comber. The dispersion of british plants. La dispersion des plantes de la Grande-Bretagne. Br. in-8°, 1874.

Le mémoire de M. Comber a été présenté à la Société d'histoire du Lancashire et du Cheshire. C'est une raison, indépendamment de son mérite intrinsèque, pour en parler ici, car assurément aucun botaniste étranger, ou même an-

glais, n'ira le chercher dans les publications d'une Société qui n'a aucun rapport avec l'histoire naturelle[1].

L'auteur a étudié la dispersion, hors des îles britanniques, des plantes phanérogames de la Grande-Bretagne, en les examinant une à une, c'est-à-dire par une méthode différente de celle employée par M. Alph. de Candolle pour déterminer les aires relatives. Les espèces observées seulement en Europe, dans les pays voisins de l'Atlantique, ont été marquées du chiffre 1 ; les autres de chiffres de plus en plus élevés, jusqu'à 12, suivant qu'elles sont connues dans des pays plus nombreux et éloignés. Une fois ce travail fait, il était aisé d'en déduire des conclusions en prenant les moyennes par classes, familles, stations, habitations, nature de fruits, de graines, etc., des différentes catégories d'espèces. La méthode a évidemment certains avantages et certains inconvénients, comme celles employées auparavant. Lorsque les résultats concordent avec ceux obtenus dans la *Géographie botanique raisonnée* de M. de Candolle, c'est une confirmation. Dans le cas contraire, c'est un avertissement pour vérifier au moyen de nouvelles recherches. Enfin, il y a des catégories de plantes que l'auteur a examinées et dont on n'avait pas encore recherché l'extension.

Parmi les faits connus et confirmés, il faut mentionner l'extension *au-dessous* de la moyenne des plantes à ovaire infère et des Composées pourvues d'aigrettes. Ces deux faits montrent que bien des causes ont influé sur l'extension des espèces, indépendamment de l'organisation florale et même des moyens de transport.

M. Comber a eu l'idée de comparer les plantes à albumen

[1] Par un motif opposé, il nous arrive souvent de ne pas mentionner des travaux, très-dignes d'attention, qui sont publiés dans des ouvrages ou recueils périodiques extrêmement répandus. Nous saisissons cette occasion de le dire, afin qu'on ne nous accuse pas d'ignorance ou de partialité. Il est évident que notre *Bulletin* est nécessairement limité pour chaque science.

avec les autres. Elles ont une extension géographique plus grande, ce qui concorde avec l'idée que leurs graines doivent se conserver mieux. Inversement, il se trouve que les espèces britanniques ayant un test épais, coriace ou crustacé, ont une extension moindre que les autres, quoique probablement leurs graines supportent mieux les intempéries. Une comparaison curieuse est celle des plantes à fleurs peu apparentes, blanches, ou colorées diversement. M. Darwin a suggéré que les premières, pouvant se passer des insectes pour la fécondation, devaient probablement avoir été les plus anciennes, et ce serait une cause de grande extension. Les fleurs blanches attirant peu les insectes, on leur attribuera, d'après les mêmes idées, une ancienneté et une extension assez grandes. Or, pour les espèces britanniques, l'extension est effectivement de 7,92 pour les fleurs non apparentes, de 7,49 pour les fleurs blanches et de 6,97 pour les colorées. Comme les premières et les secondes abondent surtout parmi les espèces boréales, qui ont ordinairement plus d'extension, l'auteur distingue selon les zones, et il trouve que les plantes à fleurs non apparentes ont une extension plus grande, quelle que soit la zone, arctique, septentrionale, tempérée ou méridionale où s'étendent les espèces, tandis que pour les fleurs blanches, relativement aux colorées, l'extension est tantôt plus grande et tantôt plus petite suivant la zone. Toutes ces différences montrent qu'il y a des causes nombreuses agissant sur l'extension, comme les travaux antérieurs l'avaient indiqué.

Graines ayant germé après plus de mille cinq cents ans.

On a des exemples de graines conservées, par hasard, au fond de l'eau ou dans le sol, pendant un nombre considérable d'années et qui ont levé quand elles se sont trouvées tout à coup exposées aux conditions de la germination[1]. Mal-

[1] Voyez de Candolle, *Géogr. botan.*, II, p. 624.

heureusement il est rare qu'on connaisse l'époque précise du dépôt, aussi le cas suivant est-il un des plus curieux qu'on ait jamais constaté.

M. Théodore de Heldreich, professeur de botanique à Athènes, ayant herborisé autour des mines d'argent de Laurium, exploitées par les anciens, raconte dans la *Gartenflora* de M. Regel, de novembre 1873, qu'il a vu sortir une immense quantité d'un *Glaucium*, dans un espace d'environ 50,000 mètres carrés, recouvert par trois mètres d'anciennes scories que les exploitants modernes ont repris pour en extraire le métal perdu par les anciens. La date de l'accumulation des scories est de 1500 ans au moins, de 2000 au plus. La Papavéracée ainsi obtenue est, selon M. de Heldreich, une espèce distincte, qu'on ne connaissait pas, et qu'il nomme *Glaucium Serpieri*. Il en a donné la figure coloriée, à la suite de sa description. Une autre chose curieuse est que l'un des pieds avait des fleurs complétement doubles, ressemblant, d'après la figure, à des fleurs de Trollius ou d'une grosse Renoncule double. On peut présumer, d'après cela, que les anciens cultivaient cette plante.

La disparition de l'espèce du territoire grec et des pays voisins, est encore une chose remarquable. M. Boissier, le savant auteur de la *Flora orientalis*, nous a affirmé n'avoir pas vu cette forme dans les *Glaucium* actuels, et s'accorde avec M. de Heldreich pour la considérer comme une espèce particulière, — dans ce cas, on ne peut pas dire nouvelle.

Alph. de C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AOUT 1874.

Le 1er, rosée le matin.
2, forte rosée le matin.
3, rosée le matin, éclairs à l'Est le soir.
4, éclairs à l'Est le soir.
5, éclairs à l'Est le soir.
6, pluie le matin, clair le soir.
7, forte rosée le matin.
8, à 4 h. $^{3}/_{4}$ après midi, éclairs et tonnerres, l'orage passe de l'Ouest à l'Est, accompagné d'une forte averse. Un second orage éclate à 5 h. $^{1}/_{2}$ et passe du Sud au Nord, à l'Est de l'observatoire.
12, rosée le matin.
13, forte rosée le matin ; à 6 h. $^{1}/_{4}$ soir, éclairs et tonnerres à l'Est, on entend le tonnerre jusqu'à 7 h. A 10 h. du soir, éclairs et tonnerres au NO. avec une forte pluie.
14, à 3 h. après midi, ouragan du SO., qui tourne ensuite au NO. ; éclairs et tonnerres avec une très-forte pluie jusqu'à 5 h.
16, 17 et 18, forte rosée le matin ; la bise commence à souffler avec force le 18, à 10 h. du matin, et elle dure presque sans interruption jusqu'au 22, à 8 h. du soir. Dans la journée du 19 et du 21 elle a été assez violente.
23 et 24, rosée le matin.
25 à midi, halo solaire, ciel vaporeux.
27, toute la journée hâle assez prononcé, au point que le Jura est à peine visible.
29, de 8 h. à 9 h. du matin éclairs et tonnerres au SO, l'orage passe à l'ouest de l'observatoire.
31, forte rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

	mm
Le 4 à 10 h. matin	727,02
6 à 10 h. soir	728,54
9 à 8 h. soir	729,70
12 à 6 et 8 h. matin	728,10
15 à 10 h. soir	732,19
18 à 10 h. soir	732,27
20 à 10 h. matin	731,20
31 à 10 h. soir	731,48

MINIMUM.

	mm
Le 3 à 4 h. après midi	723,85
5 à 2 et 4 h. après midi	725,53
8 à 4 h. après midi	724,30
10 à 8 h. soir	723,67
14 à 2 h. après midi	720,93
17 à 2 h. après midi	729,37
19 à 6 h. soir	729,28
27 à 4 h. après midi	724,60

GENEVE. — AOUT 1874.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	726,62	— 1,45	+18,81	+ 0,16	+12,4	+24,1	11,59	+0,84	724	+ 41	520	920	...	...	variable	0,31	18,7	+ 0,2	217,5
2	725,48	— 2,59	+19,77	+ 1,16	+13,7	+25,1	11,96	+1,22	712	+ 28	470	870	...	...	N. 1	0,07	—	—	217,0
3	724,26	— 3,81	+22,97	+ 4,40	+15,4	+29,8	13,14	+2,40	642	— 43	460	850	2,1	1	variable	0,46	19,8	+ 1,3	217,2
4	726,72	— 1,35	+20,50	+ 1,97	+17,3	+24,5	12,25	+1,52	700	+ 14	540	930	...	...	SSO. 2	0,30	20,8	+ 2,3	219,6
5	726,18	— 1,89	+18,91	+ 0,42	+12,9	+24,0	8,77	—1,95	569	—118	330	810	...	...	SO. 2	0,53	20,1	+ 1,6	221,2
6	727,15	— 0,91	+18,64	+ 0,19	+14,4	+23,9	11,63	+0,92	741	+ 53	540	830	2,2	3	SSO. 2	0,56	15,2	— 3,3	220,5
7	727,41	— 0,65	+19,83	+ 1,43	+12,1	+27,0	11,64	+0,94	688	— 1	460	930	...	...	SO. 1	0,13	13,2	— 5,3	222,6
8	725,32	— 2,74	+17,28	— 1,07	+13,9	+22,5	11,79	+1,10	828	+138	560	910	20,6	7	variable	0,87	15,5	— 3,0	224,0
9	728,82	+ 0,76	+14,54	— 3,76	+11,8	+19,6	7,21	—3,47	616	— 75	440	730	...	...	SO. 1	0,62	—	—	228,0
10	726,40	— 1,66	+16,72	— 1,52	+10,0	+22,0	10,00	—0,67	709	+ 16	510	890	4,1	4	SO. 1	0,91	14,1	— 4,5	225,5
11	727,48	— 0,57	+17,44	— 0,74	+14,8	+21,8	7,90	—2,76	571	—124	390	730	...	...	SSO. 2	0,40	13,0	— 5,6	226,7
12	727,44	— 0,61	+17,51	— 0,61	+12,9	+22,7	8,44	—2,21	591	—106	440	710	...	...	SSO. 1	0,07	13,8	— 4,8	225,5
13	725,38	— 2,67	+16,71	— 1,35	+ 8,3	+23,9	10,03	—0,60	708	+ 9	450	990	7,7	2	variable	0,78	13,3	— 5,3	225,8
14	723,46	— 4,58	+16,78	— 1,21	+12,3	+25,5	11,39	+0,78	827	+126	570	930	22,2	10	SO. 2	0,94	14,1	— 4,5	224,5
15	729,76	+ 1,72	+13,59	— 4,33	+11,0	+18,0	8,94	—1,66	795	+ 92	550	920	...	...	variable	0,67	14,7	— 3,9	229,2
16	730,83	+ 2,80	+14,51	— 3,34	+ 8,4	+19,0	9,20	—1,38	755	+ 50	590	920	...	...	NNE. 2	0,13	—	—	229,5
17	729,94	+ 1,92	+16,31	— 1,46	+ 9,1	+22,0	10,00	—0,56	731	+ 24	490	910	...	...	variable	0,24	16,0	— 2,6	228,5
18	731,55	+ 3,54	+17,40	— 0,29	+11,7	+22,1	9,70	—0,84	676	— 33	440	920	...	...	NNE. 2	0,18	18,3	— 0,2	226,2
19	730,58	+ 2,58	+16,19	— 1,42	+13,0	+19,7	7,63	—2,89	587	—124	430	710	...	...	NNE. 3	0,04	17,7	— 0,8	226,6
20	730,74	+ 2,75	+15,64	— 1,89	+12,0	+19,5	9,03	—1,47	696	— 17	550	730	...	...	N. 1	0,09	17,7	— 0,8	224,0
21	730,20	+ 2,23	+17,32	— 0,13	+12,9	+21,2	9,05	—1,43	638	— 77	440	810	...	...	NNE. 3	0,30	17,8	— 0,7	220,5
22	729,83	+ 1,88	+16,92	— 0,44	+14,1	+20,5	10,02	—0,44	717	0	550	810	...	...	NNE. 2	0,31	17,7	— 0,8	220,5
23	730,24	+ 2,31	+16,62	— 0,65	+10,8	+22,9	9,26	—1,18	676	— 43	400	880	...	...	variable	0,00	—	—	218,0
24	728,94	+ 1,03	+17,00	— 0,18	+ 9,9	+22,9	8,90	—1,52	636	— 85	410	890	...	...	N. 1	0,01	18,1	— 0,3	215,3
25	726,39	— 1,49	+15,16	— 1,93	+10,0	+19,7	8,73	—1,67	697	— 26	530	860	...	...	N. 1	0,87	18,3	— 0,1	213,4
26	726,14	— 1,71	+15,79	— 1,20	+12,2	+20,5	7,73	—2,65	610	—115	350	710	...	...	N. 1	0,07	18,1	— 0,3	210,5
27	725,73	— 2,09	+15,08	— 1,81	+ 8,2	+23,9	9,12	—1,24	714	— 14	470	900	...	...	N. 1	0,20	18,2	— 0,2	208,3
28	726,78	— 1,01	+15,77	— 1,02	+13,0	+20,0	10,29	—0,04	796	+ 65	550	940	0,9	2	SO. 1	0,88	17,9	— 0,4	206,4
29	727,71	— 0,05	+14,72	— 1,97	+12,0	+20,5	10,47	+0,17	850	+116	570	1000	13,2	3	variable	0,69	17,6	— 0,7	206,2
30	729,55	+ 1,82	+14,86	— 1,73	+ 8,3	+20,1	8,71	—1,56	706	— 31	480	910	...	...	variable	0,67	—	—	202,0
31	730,94	+ 3,24	+17,68	+ 1,20	+ 9,0	+24,6	9,82	—0,42	668	— 72	440	960	...	...	SSO. 1	0,06	17,7	— 0,6	201,8

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,74	726,94	726,82	726,53	726,05	725,78	725,69	726,14	726,52
2e »	728,91	729,11	728,98	728,63	728,19	728,32	728,37	728,93	729,30
3e »	728,64	728,71	728,78	728.38	728,19	727,82	727,82	728,45	728,79
Mois	728,11	728,27	728,21	727,86	727,50	727,32	727,31	727,86	728,22
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,95	+18,18	+20,21	+21,36	+22,87	+23,17	+21,63	+19,62	+17,98
2e »	+12,81	+16 28	+17,50	+18,98	+20,48	+19,78	+18,62	+16,62	+14,93
3e »	+11,83	+15,27	+17,22	+18,75	+19,81	+20,69	+19,10	+17,10	+15,76
Mois	+13,15	+16,53	+18,27	+19,67	+21,01	+21,20	+19,76	+17,76	+16,21
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	10,95	11,52	11,33	10,86	11,09	11,06	11 02	11,04	11,27
2e »	8,91	9,48	9,31	8,95	9,30	9,04	9,61	9,70	9,85
3e »	8,76	9,38	9,46	9,81	9,35	9,25	9,83	9,54	9,29
Mois	9,51	10,10	10,02	9,87	9,89	9,77	10,11	10,07	10,11
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	854	728	639	575	533	522	576	648	730
2e »	808	686	622	551	521	538	612	691	782
3e »	849	725	652	612	555	515	606	660	700
Mois	837	714	638	580	537	525	598	666	736

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+13,39	+24,25	0,48	+17,18	29,0	221,3
2e »	+11,35	+21,42	0,35	+15,40	29,9	226,7
3e »	+10,95	+22,44	0,37	+17,93	14,1	211,2
Mois	+11,86	+22,69	0,40	+16,82	73,0	219,4

Dans ce mois, l'air a été calme 3,2 fois sur 100

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,17 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 26°,1 O., et son intensité est égale à 16,31 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1874.

Le 1er, brouillard le matin et le soir.
3, pluie et brouillard presque tout le jour.
4, brouillard le matin.
5, brouillard le soir.
6, brouillard presque tout le jour.
7, ciel très-clair.
8, pluie et brouillard presque tout le jour.
9, neige le matin, brouillard le soir.
13, brouillard le soir.
14, violent orage dans l'après-midi, avec tonnerres et grêle.
15, brouillard tout le jour ; dans l'après-midi il est tombé un peu de neige qui n'a pas pu être recueillie vu la violence de la bise.
17, brouillard le soir.
18, brouillard le matin et le soir.
19, brouillard le soir.
21, brouillard le soir.
22, brouillard le matin.
28, brouillard une grande partie de la journée.
29, neige et brouillard dans la matinée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. soir	568,50	Le 3 à 4 h. après midi	567,65
4 à 4 h. après midi	568,65	6 à 6 h. soir	566,10
7 à 10 h. soir	570,16	9 à 8 h. matin	563,94
13 à 2 h. après midi	567,82	14 à 10 h. soir	564,71
18 à 10 h. soir	570,77	19 à 10 h. soir	568,39
22 à 10 h. soir	570,20	26 à 10 h. matin	565,25
31 à 10 h. soir	572,65		

SAINT-BERNARD. — AOUT 1874.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim			
1	567,52	— 1,36	566,60	568,12	+ 7,41	+ 1,01	+ 3,9	+10,2	.....	.....	....	NE. 1	0,56
2	568,19	— 0,70	567,94	568,50	+10,27	+ 3,27	+ 1,2	+15,2	.....	.....	....	SO. 1	0,16
3	567,90	— 1,00	567,65	568,20	+ 9,04	+ 2,65	+ 7,6	+11,8	.....	20,6.	....	calme	0,97
4	568,45	— 0,45	568,12	568,65	+ 8,99	+ 2,60	+ 6,4	+12,2	.....	.....	....	NE. 1	0,49
5	566,85	— 2,05	566,65	567,31	+ 8,28	+ 1,90	+ 5,6	+11,0	.....	.....	....	NE. 1	0,54
6	567,64	— 1,26	566,10	568,91	+ 6,48	+ 0,11	+ 4,8	+10,2	.....	.....	....	NE. 1	0,92
7	569,42	+ 0,53	568,59	570,16	+10,75	+ 4,40	+ 7,2	+14,8	.....	.....	....	NE. 1	0·04
8	567,31	— 1,58	566,01	569,20	+ 5,62	— 0,71	+ 1,6	+ 8,4	.....	27,8.	....	variable	0,97
9	565,39	— 3,49	563,94	566,69	— 1,06	— 7,37	— 1,6	+ 0,6	.....	2,7.	....	NE. 2	0,87
10	566,85	— 2,02	566,21	567,21	+ 6,83	+ 0,55	+ 3,4	+10,2	.....	9,6.	....	variable	0,97
11	566,69	— 2,17	566,27	567,20	+ 6,60	+ 0,35	+ 4,0	+11,9	.....	.....	....	NE. 1	0,17
12	567,09	— 1,76	566,31	567,77	+ 7,01	+ 0,79	+ 0,4	+12,6	.....	.....	....	NE. 1	0,09
13	567,47	— 1,36	567,06	567,82	+ 7,35	+ 1,16	+ 6,4	+10,9	.....	10,0.	....	SO. 1	0,72
14	565,71	— 3,10	564,71	566,30	+ 6,07	— 0,09	+ 4,6	+ 8,2	.....	21,2.	....	SO. 1	0,98
15	566,44	— 2,35	565,06	567,91	— 0,86	— 6,98	— 1,0	+ 1,0	.....	.....	....	NE. 2	1,00
16	569,17	+ 0,40	568,52	569,93	+ 3,34	— 2,74	— 1,9	+ 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,07
17	569,25	+ 0,50	569,03	569,80	+ 5,34	— 0,70	+ 3,0	+ 8,6	.....	.....	....	NE. 1	0,41
18	570,04	+ 1,32	569,21	570,77	+ 3,73	— 2,27	+ 2,6	+ 6,8	.....	.....	....	NE. 2	0,57
19	569,13	+ 0,44	568,39	569,94	+ 4,44	— 1,51	+ 2,0	+ 7,4	.....	.....	....	NE. 1	0,36
20	569,71	+ 1,05	569,08	570,09	+ 6,74	+ 0,84	+ 3,2	+12,0	.....	.....	....	variable	6,12
21	569,68	+ 1,05	569,41	570,16	+ 6,75	+ 0,90	+ 4,4	+10,2	.....	.....	....	NE. 1	0,30
22	569,61	+ 1,01	569,07	570,20	+ 7,29	+ 1,50	+ 4,9	+11,2	.....	.....	....	NE. 1	0,28
23	569,61	+ 1,05	569,30	569,84	+ 6,18	+ 0,45	+ 4,6	+ 8,8	....	.....	....	NE. 1	0,09
24	568,95	+ 0,43	568,78	569,11	+ 6,11	+ 0,44	+ 4,4	+ 8,8	.....	.....	....	NE. 1	0,07
25	567,00	— 1,48	566,57	567,81	+ 7,68	+ 2,08	+ 3,6	+11,4	.....	.....	....	NE. 1	0,74
26	565,57	— 2,87	565,25	566,17	+ 4,62	— 0,91	+ 3,8	+ 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,16
27	566,34	— 2,06	565,78	567,10	+ 6,75	+ 1,29	+ 5,8	+ 9,2	.....	.....	....	NE. 1	0,38
28	567,29	— 1,06	567,06	567,57	+ 4,31	— 1,08	+ 3,8	+ 6,8	.....	6,8.	....	SO. 1	0,98
29	567,23	— 1,07	566,81	567,91	+ 2,79	— 2,53	+ 1,8	+ 5,8	.....	2,0.	....	NE. 1	0,69
30	568,44	+ 0,19	568,01	569,40	+ 5,55	+ 0,31	+ 0,2	+10,0	.....	.....	....	SO. 1	0,53
31	571,42	+ 3,22	569,98	572,65	+ 8,39	+ 3,23	+ 3,2	+12,8	.....	.....	....	SO. 1	0,03

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	567,24	567,32	567,51	567,62	567,64	567,61	567,71	567,79	567,85
2e »	567,75	567,86	568,08	568,06	568,19	568,23	568,19	568,26	568,34
3e »	568,06	568,12	568,18	568,23	568,28	568,29	568,44	568,59	568,69
Mois	567,70	567,78	567,93	567,98	568,05	568,05	568,12	568,23	568,31
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 5,69	+ 7,07	+ 9,07	+ 9,70	+ 9,67	+ 9,28	+ 8,35	+ 6,74	+ 5,99
2e »	+ 2,58	+ 5,07	+ 6,75	+ 7,31	+ 6,99	+ 7,30	+ 5,68	+ 5,06	+ 4,27
3e »	+ 4,30	+ 7,31	+ 7,81	+ 8,60	+ 8,11	+ 7,48	+ 6,24	+ 5,47	+ 5,24
Mois	+ 4,19	+ 6,51	+ 7,87	+ 8,54	+ 8,25	+ 8,00	+ 6,74	+ 5,75	+ 5,17

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 4,01	+10,46	0,65	60,7	—
2e »	+ 2,33	+ 8,64	0,45	31,2	—
3e »	+ 3,68	+ 9,27	0,39	8,8	—
Mois	+ 3,33	+ 9,45	0,49	100,7	—

Dans ce mois, l'air a été calme 6,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,92 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 51,61 sur 100.

* Voir la note du tableau

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1873

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

M. E. PLANTAMOUR
Professeur

Je résumerai les principaux résultats des observations météorologiques faites dans les deux stations, pendant l'année 1873, sous la même forme que dans les années antérieures, bien que la forme adoptée s'écarte en quelques points des décisions prises par le Congrès météorologique réuni à Vienne en 1873. La principale divergence se trouve dans la division de l'année, le Congrès ayant adopté l'année civile commençant le 1er janvier, et, comme subdivisions, le jour civil commençant à minuit, les pentades de Dove partageant l'année en 73 parties égales, et les mois du calendrier; tandis que j'avais adopté l'année météorologique commençant le 1er décembre, système qui permet la subdivision de l'année en saisons, chaque saison étant formée de trois mois consécutifs. Si l'on fait commencer l'année avec le 1er janvier, il faut abandonner la division en saisons, ainsi que l'a fait le Congrès, parce que le mois de décembre est un mois d'hiver et qu'une saison doit être formée de mois consécutifs, et non de mois séparés par un long intervalle. Comme les observations météorologiques, publiées depuis une longue série d'an-

nées dans les *Archives*, ont essentiellement pour but de servir à des études climatologiques pour une localité déterminée, et non de suivre les mouvements de l'atmosphère d'une région à l'autre, il importe surtout de conserver la même forme, afin de rendre comparables entre eux les résultats des différentes années. Dans une publication qui a pour but de fournir les données nécessaires à l'étude des phénomènes météorologiques à la surface de la terre, il importe, au contraire, de réaliser la plus grande uniformité possible dans la forme sous laquelle les résultats sont présentés, non-seulement pour toutes les stations du même pays, mais pour celles des différents pays. C'est pour atteindre ce but que la commission météorologique fédérale va changer le mode adopté jusqu'ici pour la publication des observations faites dans tout le réseau suisse, et comme Genève et le Saint-Bernard figurent au nombre des stations de ce réseau, il n'y avait aucun inconvénient à conserver le mode de publication adopté jusqu'à présent dans les *Archives.* Depuis plusieurs années déjà, j'indiquais la température pour toutes les pentades de l'année civile commençant le 1er janvier, j'ajouterai de plus cette année, pour les autres données météorologiques, les moyennes se rapportant à l'année civile. Les autres points de divergence sont d'une très-faible importance, comme, par exemple, de conserver la lettre O pour la désignation de l'Ouest, au lieu de la lettre W adoptée par le Congrès, ou l'évaluation de la partie du ciel couverte par des nuages par une fraction décimale, au lieu de l'évaluer par un chiffre compris entre 0 et 10, puisque la transformation peut se faire par une simple transposition de virgule.

TEMPÉRATURE A GENÈVE 1873.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1872.	+ 4,88	+ 5,33	+ 4,78	+ 3,82	+ 3,35	+ 2,86	+ 2,69	+ 2,62	+ 2,58	+ 2,52	+ 2,56	+ 3,64	+ 3.47	+ 0.85	+ 6,53
Janv. 1873	+ 3,25	+ 4,25	+ 3,90	+ 3,08	+ 2,19	+ 1,86	+ 1,47	+ 1,19	+ 0,97	+ 0,72	+ 0,71	+ 1,78	+ 2,11	– 0,92	+ 5,66
Février . .	+ 3,19	+ 3,74	+ 3,62	+ 2,64	+ 1.89	+ 1,36	+ 0,93	+ 0,46	– 0,01	– 0,14	– 0,05	+ 1,36	+ 1.58	– 1,21	+ 4,72
Mars . . .	+ 9,09	+ 9,95	+ 9,95	+ 8,93	+ 7,85	+ 6,77	+ 5,78	+ 4,86	+ 4,25	+ 4,55	+ 5,96	+ 7,79	+ 7.14	+ 3,81	+11.29
Avril . . .	+ 9,53	+10,95	+10,54	+ 9,78	+ 8,51	+ 7,33	+ 6,41	+ 5,30	+ 4,70	+ 5,19	+ 7,15	+ 8,43	+ 7,82	+ 4,45	+12,14
Mai	+14,46	+15,44	+15,16	+14,05	+12,60	+11,25	+ 9,94	+ 8,29	+ 7,50	+ 8,70	+11,27	+13,25	+11,82	+ 7,13	+17,19
Juin. . . .	+19,67	+20,43	+20,20	+19,66	+17,43	+15,95	+14,49	+12,83	+12,26	+13,86	+16,45	+17,84	+16,75	+11,63	+22,03
Juillet. . .	+23,25	+24,75	+25,01	+24,13	+21,30	+19,99	+18,25	+16,39	+15,83	+17,46	+20,42	+21,83	+20,76	+15,26	+26,74
Août . . .	+23,02	+24,20	+24 48	+22,94	+20,64	+18,87	+17,60	+15,89	+14,72	+15,59	+19,21	+21,11	+19,86	+14,32	+26,03
Septembre	+17,55	+18,01	+18,00	+16,38	+14,48	+13,32	+12,49	+11,43	+10,53	+11,14	+13,68	+16,02	+14,42	+10,30	+19.62
Octobre. .	+12,78	+13,57	+13,23	+11,95	+10,85	+ 9,91	+ 9,08	+ 8,36	+ 7,97	+ 8,43	+ 9,58	+11,73	+10,62	+ 7,15	+15,03
Novembre	+ 6,92	+ 7,33	+ 6,72	+ 5,94	+ 5,30	+ 5,13	+ 4,88	+ 4,64	+ 4,30	+ 4,05	+ 4,24	+ 5,60	+ 5,42	+ 2.78	+ 8,69
Hiver . . .	+ 3.80	+ 4,46	+ 4,12	+ 3,20	+ 2,50	+ 2,05	+ 1,61	+ 1,46	+ 1,22	+ 1,07	+ 1,11	+ 2,29	+ 2,41	– 0,40	+ 5,67
Printemps	+11,04	+12,12	+11,90	+10,93	+ 9,67	+ 8.46	+ 7,39	+ 6,16	+ 5,49	+ 6,15	+ 8,14	+ 9,84	+ 8,94	+ 5,14	+13,66
Été	+22,00	+23.16	+23.26	+22,27	+19,98	+18,30	+16,80	+15,06	+14,29	+15,66	+18,72	+20,28	+19.15	+13.76	+24,97
Automne .	+12,42	+12,97	+12,65	+11,43	+10,22	+ 9,46	+ 8,82	+ 8,15	+ 7,60	+ 7,88	+ 9.17	+11,12	+10.16	+ 6.75	+14,45
Année . .	+12,36	+13,23	+13,03	+12,01	+10,64	+ 9,61	+ 8,69	+ 7,74	+ 7,18	+ 7,73	+ 9,33	+10,93	+10,21	+ 6,35	+14,74

Formules de la variation diurne de la température à Genève, pendant l'année 1873.

Décembre 1872	$t = +3{,}47^\circ + 1{,}28^\circ \sin(\mu + 50{,}3^\circ) + 0{,}52^\circ \sin(2\mu + 37{,}2^\circ) + 0{,}15^\circ \sin(3\mu + 47{,}7^\circ)$
Janvier 1873 . .	$t = +2{,}11 + 1{,}53 \sin(\mu + 33{,}4) + 0{,}59 \sin(2\mu + 27{,}9) + 0{,}16 \sin(3\mu + 28{,}2)$
Février	$t = +1{,}58 + 1{,}85 \sin(\mu + 32{,}3) + 0{,}61 \sin(2\mu + 42{,}0) + 0{,}11 \sin(3\mu + 39{,}5)$
Mars	$t = +7{,}14 + 2{,}79 \sin(\mu + 39{,}2) + 0{,}35 \sin(2\mu + 71{,}8) + 0{,}09 \sin(3\mu + 229{,}4)$
Avril	$t = +7{,}82 + 2{,}86 \sin(\mu + 40{,}7) + 0{,}25 \sin(2\mu + 83{,}0) + 0{,}21 \sin(3\mu + 261{,}9)$
Mai	$t = +11{,}82 + 3{,}70 \sin(\mu + 44{,}8) + 0{,}50 \sin(2\mu + 124{,}1) + 0{,}31 \sin(3\mu + 260{,}3)$
Juin	$t = +16{,}75 + 3{,}93 \sin(\mu + 45{,}5) + 0{,}36 \sin(2\mu + 145{,}1) + 0{,}35 \sin(3\mu + 262{,}9)$
Juillet	$t = +20{,}76 + 4{,}34 \sin(\mu + 42{,}9) + 0{,}29 \sin(2\mu + 183{,}9) + 0{,}46 \sin(3\mu + 265{,}1)$
Août	$t = +19{,}86 + 4{,}56 \sin(\mu + 43{,}2) + 0{,}42 \sin(2\mu + 96{,}9) + 0{,}51 \sin(3\mu + 242{,}7)$
Septembre . . .	$t = +14{,}42 + 3{,}63 \sin(\mu + 49{,}1) + 0{,}58 \sin(2\mu + 82{,}1) + 0{,}33 \sin(3\mu + 226{,}6)$
Octobre	$t = +10{,}62 + 2{,}67 \sin(\mu + 47{,}4) + 0{,}42 \sin(2\mu + 69{,}2) + 0{,}04 \sin(3\mu + 232{,}0)$
Novembre . . .	$t = +5{,}42 + 1{,}36 \sin(\mu + 42{,}2) + 0{,}62 \sin(2\mu + 51{,}0) + 0{,}13 \sin(3\mu + 60{,}6)$
Hiver	$t = +2{,}41 + 1{,}54 \sin(\mu + 38{,}6) + 0{,}57 \sin(2\mu + 32{,}0) + 0{,}15 \sin(3\mu + 46{,}3)$
Printemps . . .	$t = +8{,}94 + 3{,}12 \sin(\mu + 41{,}7) + 0{,}35 \sin(2\mu + 100{,}5) + 0{,}21 \sin(3\mu + 260{,}9)$
Été	$t = +19{,}15 + 4{,}28 \sin(\mu + 43{,}8) + 0{,}29 \sin(2\mu + 138{,}9) + 0{,}43 \sin(3\mu + 258{,}9)$
Automne	$t = +10{,}16 + 2{,}55 \sin(\mu + 47{,}1) + 0{,}53 \sin(2\mu + 67{,}8) + 0{,}10 \sin(3\mu + 227{,}1)$
Année	$t = +10{,}21 + 2{,}88 \sin(\mu + 43{,}3) + 0{,}34 \sin(2\mu + 73{,}6) + 0{,}15 \sin(3\mu + 262{,}9)$

TEMPÉRATURE AU SAINT-BERNARD, 1873.

ÉPOQUE.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Décembre 1872	− 5,50	− 5,36	− 6,25	− 6,59	− 6,65	− 6,83	− 6,80	− 6,83	− 6,84	− 6,86	− 6,60	− 5,98	− 6,42
Janvier 1873 . .	− 5,45	− 5,02	− 5,99	− 7,12	− 7,48	− 7,41	− 7,40	− 7,54	− 7,61	− 7,65	− 7,57	− 6,65	− 6,91
Février	− 5,98	− 6,10	− 7,64	− 9,26	− 9,90	−10,39	−10,42	−10,36	−10,43	−10,40	− 9,64	− 7,57	− 9,01
Mars	− 2,23	− 2,45	− 2,99	− 4,62	− 5,23	− 5,49	− 5,84	− 6,36	− 6,58	− 5,99	− 4,73	− 3,39	− 4,66
Avril	− 1,64	− 1,95	− 3,00	− 5,32	− 6,20	− 6,51	− 6,82	− 7,58	− 8,11	− 7,54	− 4,97	− 2,97	− 5,21
Mai	+ 1,68	+ 2,14	+ 1,43	− 0,34	− 1,25	− 1,90	− 2,42	− 3,39	− 3,84	− 3,11	− 0,94	+ 0,49	− 0,96
Juin	+ 6,45	+ 6,89	+ 5,95	+ 4,45	+ 3,24	+ 2,77	+ 2,27	+ 1,09	+ 0,36	+ 1,37	+ 3,40	+ 5,29	+ 3,63
Juillet	+11,64	+12,01	+11,41	+ 9,79	+ 8,53	+ 8,10	+ 7,30	+ 5,98	+ 5,22	+ 6,49	+ 8,57	+10,63	+ 8,80
Août	+10,83	+10,74	+ 9,93	+ 8,29	+ 7,95	+ 7,10	+ 6,46	+ 5,52	+ 5,24	+ 6,16	+ 8,14	+ 9,85	+ 8,02
Septembre . . .	+ 6,42	+ 6,42	+ 5,46	+ 4,45	+ 4,10	+ 3,68	+ 3,19	+ 2,38	+ 1,96	+ 2,43	+ 4,18	+ 5,54	+ 4,19
Octobre	+ 1,81	+ 1,67	+ 0,99	+ 0,39	+ 0,37	+ 0,03	− 0,16	− 0,43	− 0,61	− 0,57	+ 0,19	+ 1,05	+ 0,39
Novembre . . .	− 3,11	− 2,93	− 3,76	− 4,31	− 4,10	− 4,21	− 4,42	− 4,82	− 4,94	− 4,90	− 4,68	− 4,02	− 4,18
Hiver	− 5,63	− 5,47	− 6,59	− 7,60	− 7,95	− 8,14	− 8,13	− 8,17	− 8,22	− 8,24	− 7,88	− 6,71	− 7,39
Printemps . . .	− 0,72	− 0,74	− 1,50	− 3,46	− 4,27	− 4,61	− 5,01	− 5,76	− 6,16	− 5,52	− 3,53	− 1,95	− 3,60
Été	+ 9,68	+ 9,91	+ 9,13	+ 7,54	+ 6,61	+ 6,03	+ 5,38	+ 4,23	+ 3,64	+ 4,71	+ 6,74	+ 8,63	+ 6,85
Automne	+ 1,71	+ 1,72	+ 0,90	+ 0,18	+ 0,12	− 0,16	− 0,46	− 0,94	− 1,19	− 1,01	− 0,10	+ 0,86	+ 0,14
Année	+ 1,29	+ 1,39	+ 0,52	− 0,79	− 1,32	− 1,69	− 2,03	− 2,64	− 2,96	− 2,49	− 1,16	+ 0,24	− 0,97

Formules de la variation diurne de la température au Saint-Bernard. pendant l'année 1873.

Décembre 1872.	$t = -6{,}42^{\circ} + 0{,}62^{\circ} \sin (\mu + 73{,}1^{\circ}) + 0{,}32^{\circ} \sin (2\mu + 70{,}2^{\circ}) + 0{,}10^{\circ} \sin (3\mu + 60{,}9^{\circ})$
Janvier 1873 . .	$t = -6{,}91 + 1{,}05 \sin (\mu + 62{,}2) + 0{,}65 \sin (2\mu + 49{,}7) + 0{,}21 \sin (3\mu + 18{,}0)$
Février	$t = -9{,}01 + 2{,}13 \sin (\mu + 71{,}3) + 0{,}93 \sin (2\mu + 62{,}3) + 0{,}22 \sin (3\mu + 77{,}8)$
Mars	$t = -4{,}66 + 1{,}99 \sin (\mu + 65{,}6) + 0{,}57 \sin (2\mu + 82{,}8) + 0{,}10 \sin (3\mu + 311{,}2)$
Avril	$t = -5{,}21 + 2{,}93 \sin (\mu + 68{,}2) + 0{,}97 \sin (2\mu + 88{,}2) + 0{,}14 \sin (3\mu + 261{,}3)$
Mai.	$t = -0{,}96 + 2{,}68 \sin (\mu + 58{,}2) + 0{,}61 \sin (2\mu + 90{,}7) + 0{,}22 \sin (3\mu + 283{,}4)$
Juin	$t = +3{,}63 + 2{,}87 \sin (\mu + 55{,}8) + 0{,}75 \sin (2\mu + 93{,}8) + 0{,}27 \sin (3\mu + 272{.}6)$
Juillet	$t = +8{,}80 + 3{,}03 \sin (\mu + 55{,}2) + 0{,}71 \sin (2\mu + 104{,}3) + 0{,}31 \sin (3\mu + 275{,}6)$
Août	$t = +8{,}02 + 2{,}58 \sin (\mu + 62{,}1) + 0{,}68 \sin (2\mu + 109{,}6) + 0{,}09 \sin (3\mu + 298{,}3)$
Septembre . . .	$t = +4{,}19 + 1{,}97 \sin (\mu + 58{,}7) + 0{,}66 \sin (2\mu + 104{,}9) + 0{,}04 \sin (3\mu + 296{,}6)$
Octobre	$t = +0{,}39 + 1{,}01 \sin (\mu + 62{,}7) + 0{,}43 \sin (2\mu + 91{,}3) + 0{,}08 \sin (3\mu + 77{,}3)$
Novembre . . .	$t = -4{,}18 + 0{,}75 \sin (\mu + 48{,}2) + 0{,}43 \sin (2\mu + 79{,}7) + 0{,}21 \sin (3\mu + 29{,}1)$
Hiver.	$t = -7{,}39 + 1{,}24 \sin (\mu + 69{,}2) + 0{,}62 \sin (2\mu + 58{,}5) + 0{,}17 \sin (3\mu + 51{,}7)$
Printemps . . .	$t = -3{,}60 + 2{,}53 \sin (\mu + 64{,}1) + 0{,}74 \sin (2\mu + 88{,}2) + 0{,}19 \sin (3\mu + 285{,}1)$
Été.	$t = +6{,}85 + 2{,}81 \sin (\mu + 57{,}7) + 0{,}71 \sin (2\mu + 102{.}9) + 0{,}22 \sin (3\mu + 280{,}8)$
Automne	$t = +0{,}14 + 1{,}24 \sin (\mu + 57{,}5) + 0{,}49 \sin (2\mu + 93{,}8) + 0{,}09 \sin (3\mu + 33{,}7)$
Année	$t = -0{,}97 + 1{,}95 \sin (\mu + 61{,}4) + 0{,}61 \sin (2\mu + 86{,}7) + 0{,}09 \sin (3\mu + 321{,}7)$

La température du mois de décembre 1873 a été, à Genève, de $+0^{\circ}{,}21$ et au Saint-Bernard de $-4^{\circ}{,}61$, ce qui donne pour la température moyenne de l'année civile $+9^{\circ}{,}93$ à Genève et $-0^{\circ}{,}82$ au Saint-Bernard. Le mois

de décembre 1873 a été de 3°,26 plus froid à Genève qu'en 1872, et, au contraire, de +1°,81 plus chaud au Saint-Bernard; par suite, l'année civile a été de 0°,28 plus froide que l'année météorologique dans l'une des stations, et de 0°,15 plus chaude dans l'autre. Le décroissement de la température avec la hauteur a été plus de deux fois plus rapide dans ce mois en 1872 qu'en 1873, savoir de 9°,89 au lieu de 4°,82, pour une différence d'altitude de 2070m.

Si l'on compare la température de chaque mois, des saisons et de l'année entière, avec les valeurs moyennes déduites, pour Genève, des quarante-cinq années 1826-70, et, pour le Saint-Bernard, des vingt-sept années 1841-67, on trouve les écarts suivants :

ÉPOQUE.	ÉCARTS. Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Décroissement entre les deux stations.
	°	°	°
Décembre 1872.	+2,54	+1,17	+1,37
Janvier 1873 ...	+2,26	+2,13	+0,13
Février........	—0,05	—0,40	+0,35
Mars..........	+2,65	+2,66	—0,01
Avril..........	—1,10	—1,94	+0,84
Mai...........	—1,44	—1,47	+0,03
Juin...........	—0,10	—0,46	+0,36
Juillet.........	+2,04	+2,64	—0,60
Août..........	+2,00	+2,04	—0,04
Septembre.....	—0,08	+0,87	—0,95
Octobre.......	+0,73	+0,87	—0,14
Novembre.....	+0,89	+1,12	—0,23
Hiver 1872.....	+1,60	+1,01	+0,59
Printemps.....	+0,05	—0,24	+0,29
Été...........	+1,33	+1,43	—0,10
Automne......	+0,52	+0,96	—0,44
Année 1872....	+0,88	+0,79	+0,09

Sur les cinq mois dont la température, à Genève, a été plus basse que de coutume, il y en a trois pour lesquels l'écart est une très-petite fraction de degré; les mois d'avril et de mai présentent seuls un abaissement de température légèrement supérieur à l'écart probable pour ces mois. D'un autre côté, les mois de décembre, janvier, mars, juillet et août ont été plus chauds que de coutume d'une quantité qui dépasse notablement les limites de l'écart probable pour ces mois: on ne trouve même, depuis 1826, aucun mois de mars dont la température ait été plus élevée qu'en 1873, en 1836 elle a été exactement la même; il n'y a eu pendant la même série d'années que cinq mois de juillet et cinq mois d'août qui aient été plus chauds qu'en 1873. Si l'on compare les écarts des saisons, qui sont tous positifs, on trouve pour l'hiver et pour l'été des valeurs qui dépassent les limites de l'écart probable; depuis l'année 1826, il n'y a eu que sept hivers plus chauds qu'en 1873, et deux étés, ceux des années 1834 et 1859. L'excédant de température pour l'année entière dépasse les limites de l'écart probable, il n'y a eu depuis 1826 que six années plus chaudes, et encore pour trois d'entre elles d'une quantité inférieure à un dixième de degré.

Les écarts de la température au Saint-Bernard sont pour la plupart des mois assez peu différents de ceux de Genève, et le décroissement de la température entre les deux stations se rapproche par conséquent beaucoup de la valeur normale pour ces mois; cependant le décroissement de la température a été assez notablement plus rapide que de coutume au mois de décembre 1872, l'écart positif ayant été plus fort à Genève qu'au Saint-Bernard, et au mois d'avril, où l'écart négatif du Saint-Bernard a été

plus considérable. Le décroissement a été sensiblement moins rapide que de coutume au mois de juillet, l'écart positif du Saint-Bernard dépassant celui de Genève, et au mois de septembre, où l'on trouve un écart positif au Saint-Bernard et négatif à Genève. En moyenne, dans l'année, le décroissement a été d'un peu moins d'un dixième de degré plus rapide que de coutume.

Les tableaux suivants renferment, sous la même forme que dans les résumés antérieurs, les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures pour chaque jour de l'année, au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température. A Genève, le 13 février a été le jour le plus froid de l'année. —3°,30, et le 1er août le jour le plus chaud, +25°,54. la différence entre ces deux jours étant de 28°,34; au Saint-Bernard, c'est le 12 février, dont la température —18°,87 a été la plus basse, et le 8 août +14°,03 où elle a été la plus élevée. Toutefois, les écarts maximum avec la température normale ne correspondent pas aux jours les plus froids et les plus chauds dans les deux stations: l'écart maximum négatif tombe le 26 avril à Genève et au Saint-Bernard, l'écart étant de —8°,62 dans la première, et de —12°,19 dans la seconde station. L'écart maximum positif +8°.23 a eu lieu à Genève, le 13 janvier, et au Saint-Bernard le 14 janvier +10°,24.

J'ai relevé également, pour Genève, la température moyenne de cinq jours en cinq jours pour l'année civile. du 1er janvier au 31 décembre 1873, en inscrivant dans la colonne suivante l'écart, soit la différence avec le chiffre calculé par la formule déduite des 40 années 1826-65: lorsque cet écart dépasse les limites de l'écart probable pour l'époque correspondante et constitue ainsi une ano-

malie, il est mis entre parenthèses. Sur les 73 pentades de cette année, il s'en trouve 45 pour lesquelles l'écart est positif, et 28 pour lesquelles il est négatif; sur les 45 écarts positifs, 26 dépassent les limites de l'écart probable, l'écart maximum positif +5°,45 tombe sur la période du 16 au 20 janvier. Sur les 28 écarts négatifs, 12 seulement dépassent les limites de l'écart probable, l'écart maximum négatif —6°,46 tombe sur la période du 26 au 30 avril; la différence entre ces écarts est de 11°,91, et comme la différence normale de température entre ces périodes est de 10°,96, on trouve cette année, pour les cinq derniers jours d'avril, une température de près d'un degré plus basse que pour cinq jours consécutifs du milieu de janvier. La période des cinq jours consécutifs les plus froids de l'année se trouve du 12 au 16 décembre, avec une température de —2°,33, et celle des cinq jours les plus chauds du 30 juillet au 3 août, avec une température de +23°,05, la différence entre ces deux périodes étant de 25°,38. L'on peut suivre dans le courant de cette année de longues séries de jours, où la température s'est constamment maintenue au-dessus de la moyenne, ainsi l'année a débuté par une série chaude qui avait déjà commencé au milieu de novembre de l'année précédente 1872. Une seconde série de jours chauds s'est prolongée du 20 février au 5 avril, une troisième, enfin, du milieu de juin au commencement de septembre. On ne trouve, par contre, qu'une seule série longue et prononcée de jours froids, du 6 avril au milieu de juin, et encore la température s'est-elle relevée au-dessus de la moyenne du 16 au 20 avril pour atteindre un degré très-bas à la fin du mois. La température moyenne des 73 pentades de l'année civile est +9°,93.

GENÈVE 1873.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très-froids	froids		tempérés		chauds		très-chauds		
	-11° à - 5°	- 5° à 0°	0° à + 5°	+ 5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1872 .	—	1	20	10	—	—	—	—	- 0°,71 le 24	+ 9°,07 le 3
Janv. 1873.	—	8	18	5	—	—	—	—	- 2,31 le 30	+ 7,70 le 13
Février. . .	—	15	8	5	—	—	—	—	- 3,30 le 13	+ 9,64 le 25
Mars. . . .	—	—	7	21	3	—	—	—	+ 3,60 le 1	+11,85 le 31
Avril. . . .	—	—	7	12	11	—	—	—	+ 1,62 le 26	+12,99 le 16
Mai	—	—	—	7	20	4	—	—	+ 7,45 le 4	+16,98 le 26
Juin	—	—	—	—	9	17	4	—	+12,02 le 8	+23,51 le 29
Juillet . . .	—	—	—	—	—	9	21	1	+15,94 le 15	+25,51 le 30
Août	—	—	—	—	1	14	15	1	+13,63 le 30	+25,54 le 1
Septembre.	—	—	—	—	18	11	1	—	+11,40 le 16	+20,20 le 13
Octobre . .	—	—	3	9	14	5	—	—	+ 3,65 le 27	+17,03 le 5
Novembre .	—	—	13	17	—	—	—	—	+ 0,24 le 21	+ 9,25 le 27
Année . . .	0	24	76	86	76	60	41	2	- 3,30 le 13 février.	+25,54 le 1 août.

GENÈVE, 1873. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. . 1872	3	28	4	± 3°,44	− 0°,74 le 24	+ 7°,01 le 3	± 2°,07	− 3°,81 le 11	+ 4°,68 le 6
Janvier 1873	8	23	4	3,71	− 2,39 le 30	+ 8,23 le 13	2,41	− 5,27 le 20	+ 7,60 le 12
Février . . .	15	13	4	3,09	− 4,45 le 13	+ 7,26 le 25	2,06	− 3,35 le 27	+ 6,31 le 21
Mars *. . . .	2	28	4	3,02	− 0,93 le 21	+ 5,59 le 18	2,00	− 4,22 le 12	+ 4,19 le 9
Avril	16	14	3	3,95	− 8,62 le 26	+ 4,47 le 2	1,91	− 4,61 le 23	+ 3,10 le 30
Mai	22	9	10	2,66	− 6,33 le 31	+ 2,86 le 13	2,45	− 6,67 le 3	+ 3,47 le 15
Juin	15	15	14	2,36	− 4,82 le 13	+ 5,47 le 29	2,57	− 5,28 le 11	+ 4,36 le 9
Juillet . . .	6	25	5	3,03	− 2,80 le 15	+ 6,81 le 30	2,14	− 4,22 le 14	+ 4,64 le 17
Août	8	23	6	3,31	− 2,96 le 30	+ 6,89 le 1	2,43	− 7,83 le 9	+ 3,18 le 13
Septembre .	16	14	6	2,41	− 3,79 le 7	+ 6,31 le 13	2,22	− 7,47 le 13	+ 4,98 le 17
Octobre . . .	12	19	5	3,42	− 4,26 le 27	+ 6,04 le 24	2,52	− 8,62 le 24	+ 3,74 le 21
Novembre . .	13	17	5	2,88	− 3,93 le 18	+ 6,37 le 27	1,99	− 3,83 le 29	+ 4,92 le 26
Année . . .	136	228	70	± 3,12	− 8,62 le 26 avril.	+ 8,23 le 13 janvier.	± 2,25	− 8,62 le 24 octobre.	+ 7,60 le 12 janvier.

* Le 15 mars l'écart a été 0

SAINT-BERNARD, 1873.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre										Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-30° et -25	-25° et -20	-20° et -15	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1872.	—	—	—	5	13	13	—	—	—	—	-13°,96 le 13	-2°,02 le 23
Janvier 1873 . .	—	—	—	10	11	8	2	—	—	—	-13,54 le 28 et 29	+1,29 le 14
Février	—	—	3	9	10	6	—	—	—	—	-18,87 le 12	-1,53 le 20
Mars	—	—	—	—	12	19	—	—	—	—	-8,88 le 14	-1,05 le 30
Avril	—	—	—	5	9	12	4	—	—	—	-14,33 le 26	+1,09 le 14
Mai	—	—	—	—	4	15	12	—	—	—	-7,28 le 31	+4,71 le 26
Juin	—	—	—	—	—	3	17	10	—	—	-2,28 le 13	+10,41 le 29
Juillet	—	—	—	—	—	—	5	12	14	—	+2,31 le 15	+12,62 le 31
Août	—	—	—	—	—	—	7	15	9	—	+1,25 le 10	+14,03 le 8
Septembre . . .	—	—	—	—	—	2	17	11	—	—	-2,57 le 16	+8,56 le 1
Octobre	—	—	—	—	6	7	11	7	—	—	-8,76 le 26	+8,93 le 4
Novembre . . .	—	—	—	—	10	19	1	—	—	—	-9,35 le 30	+0,89 le 26
Année	—	—	3	29	75	104	76	55	23	—	-18,87 le 12 février.	+14,03 le 8 août.

SAINT-BERNARD, 1873. — Températurf.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. 1872 . .	10	21	8	±3°,38	− 6°,31 le 13	+ 6°,21 le 23	∓2°,94	− 5°,65 le 17	+ 9°,34 le 13
Janvier 1873.	12	19	3	4,70	− 4,46 28-29	+10,24 le 14	2,32	− 5,17 le 20	+ 4,55 le 9
Février . . .	14	14	8	4,38	− 9,96 le 12	+ 7,12 le 20	2,50	− 4,45 le 21	+ 6,13 le 15
Mars	2	29	3	2,92	− 1,56 le 14	+ 5,42 le 4	1,89	− 4,38 le 10	+ 4,05 le 3
Avril	13	17	3	5,09	−12,19 le 26	+ 4,92 le 14	2,72	− 6,79 le 6	+ 5,99 le 30
Mai	22	9	12	3,48	− 9,83 le 31	+ 3,99 le 15	3,17	− 7,38 le 3	+ 7,18 le 31
Juin	18	12	10	2,79	− 6,23 le 13	+ 5,15 le 29	2,47	− 4,84 le 25	+ 4,76 le 26
Juillet	6	25	7	3,87	− 3,80 le 15	+ 6,38 le 7	2,61	− 5,75 le 14	+ 4,13 le 20
Août	8	23	6	3,77	− 5,03 le 10	+ 7,70 le 8	2,95	− 9,72 le 9	+ 4,36 le 20
Septembre .	12	18	4	3,13	− 6,09 le 16	+ 5,20 le 20	2,25	− 3,54 le 2	+ 3,86 le 19
Octobre. . .	9	22	9	4,00	− 6,50 le 9	+ 7,87 le 4	2,96	− 8,81 le 8	+ 7,72 le 9
Novembre .	13	17	8	3,13	− 4,65 le 12	+ 7,12 le 26	3,06	− 8,64 le 29	+ 7,23 le 28
Année . . .	139	226	81	±3,78	−12,19 le 26 avril.	+10,24 le 14 janvier.	±2,68	− 9,72 le 9 août.	+ 9,34 le 13 décembre.

1873. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	+ 4,15	(+4,57)	30– 4 Juillet	+19,25	+1,62
6–10 id.	+ 0,16	+0,68	5– 9 id.	+21,90	(+3,42)
11–15 id.	+ 2,17	(+2,69)	10–14 id.	+20,54	(+1,87)
16–20 id.	+ 5,01	(+5,45)	15–19 id.	+18,85	+0,07
21–25 id.	+ 2,31	(+2,59)	20–24 id.	+20,46	(+1,65)
26–30 id.	– 0,65	–0,61	25–29 id.	+21,80	(+3,03)
31– 4 Février	+ 1,23	+0,96	30– 3 Août	+23,05	(+4,40)
5– 9 id.	– 0,91	–1,54	4– 8 id.	+21,93	(+3,48)
10–14 id.	– 1,44	(–2,50)	9–13 id.	+18,56	+0,38
15–19 id.	+ 1,08	–0,45	14–18 id.	+22,34	(+4,49)
20–24 id.	+ 3,50	+1,45	19–23 id.	+17,55	+0,10
25– 1 Mars	+ 6,13	(+3,53)	24–28 id.	+20,22	(+3,23)
2– 6 Mars	+ 6,61	(+3,43)	29– 2 Septemb.	+16,55	+0,07
7–11 id.	+ 6,27	(+2,49)	3– 7 id.	+13,75	(–2,17)
12–16 id.	+ 5,27	+0,87	8–12 id.	+15,35	+0,05
17–21 id.	+ 7,42	(+2,38)	13–17 id.	+13,80	–0,81
22–26 id.	+ 7,89	(+2,20)	18–22 id.	+16,16	(+2,21)
27–31 id.	+10,09	(+3,73)	23–27 id.	+12,22	–0,99
1– 5 Avril	+10,52	(+3,49)	28– 2 Octobre	+13,80	+1,35
6–10 id.	+ 5,15	(–2,56)	3– 7 id.	+16,11	(+4,46)
11–15 id.	+ 7,69	–0,72	8–12 id.	+ 9,25	(–1,58)
16–20 id.	+11,26	(+2,16)	13–17 id.	+11,75	(+1,77)
21–25 id.	+ 8,24	–1,57	18–22 id.	+ 9,91	+0,78
26–30 id.	+ 4,06	(–6,46)	23–27 id.	+ 8,43	+0,16
1– 5 Mai	+10,57	–0,67	28– 1 Novemb.	+ 5,67	(–1,73)
6–10 id.	+10,17	–1,78	2– 6 id.	+ 7,64	+1,10
11–15 id.	+12,62	–0,04	7–11 id.	+ 7,24	+1,55
16–20 id.	+12,78	–0,59	12–16 id.	+ 3,83	–1,03
21–25 id.	+12,71	–1,34	17–21 id.	+ 0,64	(–3,42)
26–30 id.	+12,68	(–2,04)	22–26 id.	+ 6,29	(+2,98)
31– 4 Juin	+12,94	(–2,42)	27– 1 Décemb.	+ 6,42	(+3,83)
5– 9 id.	+14,54	–1,42	2– 6 id.	– 0,50	(–2,44)
10–14 id.	+15,48	–1,05	7–11 id.	– 0,92	(–2,27)
15–19 id.	+17,60	+0,56	12–16 id.	– 2,33	(–3,16)
20–24 id.	+18,86	+1,36	17–21 id.	+ 3,78	(+3,39)
25–29 id.	+18,93	+1,03	22–26 id.	+ 0,74	+0,71
			27–31 id.	– 0,29	–0,05

GENÈVE, 1873. — INDICATIONS DES THERMOMÉTROGRAPHES.

ÉPOQUE.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°.
Décembre 1872	— 3,7°	le 14	+12,9°	le 3	14	0
Janvier 1873 ..	— 4,5	le 30	+14,0	le 13	19	3
Février.......	— 6,0	le 14	+14,7	le 25	19	2
Mars.........	— 0,4	le 7	+18,7	le 31	1	0
Avril.........	— 2,5	le 27	+20,4	le 16	3	0
Mai..........	+ 1,9	le 5	+24,9	le 26	0	0
Juin.........	+ 5,0	le 1	+30,6	le 29	0	0
Juillet........	+11,0	le 17	+31,7	le 11	0	0
Août.........	+ 8,9	le 11	+32,9	le 1	0	0
Septembre....	+ 6,0	le 30	+26,0	le 13	0	0
Octobre......	— 1,8	le 27	+23,0	le 4 et 7	1	0
Novembre....	— 1,7	le 18	+15,8	le 5	5	0
Année........	— 6,0	le 14 févr.	+32,9	le 1 août.	62	5

SAINT-BERNARD, 1873.

Époque.	Minimum.	Date.	Maximum.	Date.
Déc. 1872	—14,2°	le 13 à 6 h. mat., 10 h. m. et midi.	+ 0,4°	le 23 à 2 h. soir.
Janv. 1873	—16,8	le 29 à 8 h. mat.	+ 4,2	le 14 à 2 h. soir.
Février. .	—20,2	le 13 à 6 h. mat.	+ 2,4	le 20 à midi.
Mars . . .	—12,1	le 1 à 8 h. mat.	+ 3,2	le 30 à 2 h. soir.
Avril . . .	—18,0	le 27 à 6 h. mat.	+ 6,1	le 21 à 2 h. soir.
Mai. . . .	—10,6	le 5 à 6 h. mat.	+10,0	le 15 à 2 h. soir.
Juin . . .	— 8,6	le 1 à 6 h. mat.	+15,8	le 28 à 2 h. soir.
Juillet . .	+ 0,6	le 16 à 6 h. mat.	+16,8	le 31 à midi.
Août . . .	— 1,8	le 30 à 6 h. mat.	+18,0	le 8 à 2 h. soir.
Septembre	— 4,0	le 16 à 6 h. mat.	+11,3	le 2 à 2 h. soir.
Octobre. .	—11,3	le 27 à 6 h. mat.	+11,6	le 4 à 2 h. soir.
Novembre	—12,1	le 13 à 8 h. mat.	+ 4,4	le 2 à 8 h. soir.
Année . .	—20,2	le 13 févr. à 6 h. du matin.	+18,0	le 8 août à 2 h. du soir.

Le degré le plus bas marqué pour le minimum de l'hiver à Genève, savoir —6°,0 le 14 février, est un fait très-exceptionnel, le plus grand froid de l'hiver atteignant en moyenne —13°,0 ; depuis 1826 on n'avait pas noté un minimum annuel aussi élevé, celui qui s'en rapproche le plus est de —6°,4 dans l'hiver de 1866. Le minimum s'est abaissé le 27 avril pour la dernière fois au-dessous de 0, au printemps, cette date est de cinq à six jours plus tardive que de coutume, la dernière gelée blanche a eu lieu le même jour. Le 27 octobre le minimum s'est abaissé pour la première fois en automne au-dessous de 0, date qui correspond très-sensiblement avec l'époque moyenne; le même jour a eu lieu la première gelée blanche.

Au Saint-Bernard, l'absence de thermométrographes ne permet pas de noter le maximum et le minimum absolus, mais seulement la plus haute et la plus basse des températures accusées par le thermomètre de 6 heures du matin à 10 heures du soir ; on trouve dans cette station des températures au-dessous de 0 dans tous les mois, sauf en juillet, par contre, la température s'est élevée au-dessus de 0 dans tous les mois, même en hiver, ce qui n'est pas fréquemment le cas. Le petit lac, près de l'hospice, a été entièrement débarrassé de la glace de l'hiver le 25 juillet, soit une semaine environ plus tard que de coutume ; la congélation a eu lieu le 27 octobre, soit à peu près à l'époque moyenne.

Température du Rhône en 1873.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Excédant sur la moyenne 1853–1867	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1872 . .	+ 7,25	+0,45	+ 5,8 le 14	+ 8,1 le 4	+3,78
Janvier 1873 . . .	+ 6,58	+1,50	+ 5,7 le 30 et 31	+ 7,3 le 3	+4,47
Février	+ 5,43	+0,51	+ 4,5 le 14	+ 5,9 le 24, 25 et 27	+3,85
Mars	+ 6,93	+0,86	+ 5,7 le 1	+10,8 le 31	−0,21
Avril	+ 9,02	+0,24	+ 6,9 le 7 et 8	+10,9 le 4	+1,20
Mai	+11,24	−0,09	+ 7,7 le 9	+13,4 le 26	−0,58
Juin	+14,86	−0,16	+ 9,2 le 14	+18,7 le 24 et 25	−1,89
Juillet	+18,96	+1,40	+11,9 le 17	+22,3 le 28 et 30	−1,80
Août	+21,28	+2,69	+13,5 le 30	+23,4 le 6	+1,42
Septembre.	+15,30	−1,70	+ 7,8 le 17	+18,9 le 6	+0,88
Octobre	+13,98	+0,27	+ 8,0 le 25	+16,6 le 4	+3,36
Novembre	+10,33	+0,53	+ 8,6 le 29	+12,0 le 1	+4,91
Année.	+11,75	+0,45	+ 4,5 le 14 février.	+23,4 le 6 août.	+1,54

Température du Rhône en 1873.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
	°	°	°	°	°	°
Décembre 1872	±1,10	—1,1 le 14	+1,7 le 30 et 31	±0,17	—0,2 le 4, 9 et 11	+0,4 le 3 et 16
Janvier 1873 *.	1,63	+1,0 le 30 et 31	+1,9 le 3, 6, 18, 20	0,19	—0,7 le 27	+0,2 le 2
Février	0,73	—1,3 le 13	+1,1 le 1	0,46	—1,0 le 12	+1,1 le 11
Mars.	1,09	—0,1 le 13 et 22	+3,6 le 31	0,51	—1,8 le 31	+1,0 le 27
Avril	1,46	—1,1 le 19	+3,4 le 4	0,65	—1,0 le 17	+1,3 le 1 et 21
Mai	1,16	—3,1 le 9	+1,4 le 14	0,57	—1,2 le 27	+1,3 le 13
Juin	2,10	—5,5 le 14	+3,0 le 23 et 24	1,08	—3,2 le 12	+2,2 le 19
Juillet.	3,21	—5,8 le 17	+4,6 le 12	1,42	—2,2 le 16	+3,7 le 17
Août.	3,61	—4,8 le 30	+4,9 le 6	2,32	—8,0 le 29	+3,0 le 21
Septembre . .	3,53	—9,4 le 17	+1,0 le 6	1,93	—3,2 le 15	+5,0 le 19
Octobre	1,34	—4,8 le 25	+1,3 le 6 et 7	0,80	—2,2 le 22	+0,5 le 27
Novembre. . .	0,37	—0,6 le 19	+0,7 le 25	0,26	—0,5 le 18 et 21	+0,5 le 19

* Pendant tout ce mois, l'écart n'a pas été au-dessous de 0.

GENÈVE, 1873. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1872	722,79	+0,04	-0,40	-0,20	+0,16	+0,30	+0,47	+0,23	-0,18	-0,59	-0,41	+0,03	+0,55
Janvier 1873 .	726,99	+0,04	-0,51	-0,40	-0,07	+0,24	+0,21	-0,03	-0,17	-0,19	+0,06	+0,28	+0,55
Février	726,79	+0,02	-0,51	-0,43	0,00	+0,30	+0,50	+0,17	-0,18	-0,31	-0,06	+0,18	+0,32
Mars	722,44	+0,19	-0,33	-0,58	-0,42	+0,10	+0,33	+0,17	-0,15	-0,19	+0,09	+0,38	+0,39
Avril	723,42	+0,16	-0,28	-0,45	-0,34	+0,17	+0,29	+0,12	-0,20	-0,23	+0,06	+0,28	+0,41
Mai	725,98	0,00	-0,32	-0,57	-0,58	-0,15	+0,08	+0,09	-0,06	+0,06	+0,45	+0,56	+0,45
Juin	727,19	+0,01	-0,42	-0,61	-0,63	-0,24	+0,25	+0,28	+0,11	+0,12	+0,33	+0,50	+0,29
Juillet	728,54	+0,06	-0,41	-0,87	-0,94	-0,40	+0,19	+0,37	+0,26	+0,27	+0,44	+0,58	+0,46
Août.	728,87	+0,10	-0,39	-0,81	-0,88	-0,29	+0,08	+0,25	+0,19	+0,22	+0,41	+0,59	+0,53
Septembre . .	728,58	-0,03	-0,37	-0,60	-0,46	+0,12	+0,33	+0,26	-0,01	-0,06	+0,15	+0,29	+0,37
Octobre	726,05	+0,03	-0,41	-0,60	-0,25	+0,06	+0,30	+0,17	-0,16	-0,28	+0,03	+0,52	+0,57
Novembre . . .	725,82	+0,05	-0,54	-0,56	-0,27	+0,02	+0,24	+0,10	-0,15	-0,22	+0,16	+0,52	+0,66
Hiver	725,48	+0,04	-0,47	-0,34	+0,03	+0,28	+0,39	+0,12	-0,18	-0,36	-0,14	+0,16	+0,48
Printemps. . .	723,95	+0,11	-0,31	-0,53	-0,44	+0,04	+0,24	+0,13	-0,13	-0,12	+0,21	+0,41	+0,42
Été	728,21	+0,06	-0,41	-0,77	-0,82	-0,31	+0,17	+0,30	+0,19	+0,21	+0,40	+0,56	+0,43
Automne . . .	726,81	+0,02	-0,44	-0,59	-0,33	+0,07	+0,29	+0,18	-0,11	-0,19	+0,11	+0,44	+0,53
Année.	726,11	+0,06	-0,41	-0,56	-0,40	+0,02	+0,27	+0,18	-0,06	-0,10	+0,14	+0,40	+0,46

Formules de la variation diurne du baromètre à Genève, pendant l'année 1873

	mm	mm °	mm °	mm °
Décembre 1872.	B = 722,79	+0,19 sin (μ +348,1)	+0,42 sin (2 μ +159,0)	+0,14 sin (3 μ +186,0)
Janvier 1873 . .	B = 726,99	+0,11 sin (μ +180,0)	+0,37 sin (2 μ +179,1)	+0,10 sin (3 μ +156,0)
Février	B = 726,79	+0,12 sin (μ +268,5)	+0,41 sin (2 μ +170,1)	+0,03 sin (3 μ +156,6)
Mars.	B = 722,44	+0,20 sin (μ +187,7)	+0,39 sin (2 μ +155,1)	+0,05 sin (3 μ + 16,7)
Avril	B = 723,42	+0,13 sin (μ +180,0)	+0,37 sin (2 μ +158,2)	+0,04 sin (3 μ + 23,0)
Mai.	B = 725,98	+0,42 sin (μ +179,0)	+0,27 sin (2 μ +166,5)	+0,07 sin (3 μ +330,5)
Juin	B = 727,19	+0,44 sin (μ +195,2)	+0,26 sin (2 μ +150,0)	+0,08 sin (3 μ +329,7)
Juillet	B = 728,54	+0,63 sin (μ +192,1)	+0,33 sin (2 μ +134,7)	+0,07 sin (3 μ +352,2)
Août	B = 728,87	+0,58 sin (μ +185,4)	+0,32 sin (2 μ +140,5)	+0,04 sin (3 μ + 6,8)
Septembre. . .	B = 728,58	+0,27 sin (μ +208,2)	+0,34 sin (2 μ +155,7)	+0,03 sin (3 μ + 16,9)
Octobre.	B = 726,05	+0,21 sin (μ +182,8)	+0,44 sin (2 μ +164,5)	+0,06 sin (3 μ +315,0)
Novembre . . .	B = 725,82	+0,26 sin (μ +177,6)	+0,43 sin (2 μ +169,3)	+0,07 sin (3 μ +211,1)
Hiver.	B = 725,48	+0,05 sin (μ +287,7)	+0,39 sin (2 μ +167,5)	+0,09 sin (3 μ +178,1)
Printemps . . .	B = 723,95	+0,27 sin (μ +181,3)	+0,34 sin (2 μ +157,2)	+0,05 sin (3 μ + 3,6)
Été.	B = 728,21	+0,55 sin (μ +190,2)	+0,30 sin (2 μ +141,3)	+0,06 sin (3 μ +339,9)
Automne	B = 726,81	+0,24 sin (μ +190,5)	+0,40 sin (2 μ +163,3)	+0,03 sin (3 μ +225,0)
Année	B = 726,11	+0,26 sin (μ +191,1)	+0,35 sin (2 μ +159,2)	+0,01 sin (3 μ +270,0)

SAINT-BERNARD, 1873.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1872.	559,34	+0,07	-0,02	+0,07	+0,13	+0,25	+0,51	+0,37	-0,15	-0,65	-0,60	-0,17	+0,21
Janvier 1873 . .	561,91	+0,12	-0,10	-0,01	+0,02	+0,12	+0,12	-0,03	-0,32	-0,47	-0,15	+0,20	+0,50
Février	559,81	+0,03	-0,17	-0,11	+0,12	+0,24	+0,35	+0,16	-0,19	-0,41	-0,25	+0,03	+0,20
Mars	559,62	+0,09	-0,03	-0,06	+0,18	+0,31	+0,43	+0,23	-0,19	-0,48	-0,38	-0,15	+0,03
Avril	559,33	+0,10	+0,02	+0,05	+0,16	+0,33	+0,38	+0,20	-0,15	-0,42	-0,40	-0,28	+0,02
Mai.	562,99	+0,05	+0,08	+0,11	+0,17	+0,30	+0,41	+0,20	-0,25	-0,49	-0,35	-0,19	-0,04
Juin	567,06	+0,13	+0,15	+0,07	+0,09	+0,21	+0,34	+0,22	-0,18	-0,48	-0,39	-0,18	+0,03
Juillet	570,50	+0,15	+0,13	+0,06	+0,03	+0,20	+0,32	+0,20	-0,21	-0,49	-0,36	-0,09	+0,05
Août	570,30	+0,18	+0,06	+0,03	0,00	+0,12	+0,18	-0,04	-0,36	-0,42	-0,14	+0,11	+0,25
Septembre . . .	567,65	+0,14	+0,08	+0,01	+0,13	+0,27	+0,34	+0,11	-0,29	-0,50	-0,35	-0,08	+0,14
Octobre.	564,34	+0,14	-0,04	-0,10	+0,04	+0,12	+0,26	+0,06	-0,30	-0,45	-0,15	+0,16	+0,25
Novembre . . .	561,88	+0,21	-0,05	0,00	+0,01	+0,08	+0,22	+0,07	-0,32	-0,58	-0,30	+0,23	+0,45
Hiver.	560,37	+0,08	-0,10	-0,01	+0,09	+0,20	+0,33	+0,17	-0,22	-0,51	-0,31	+0,02	+0,31
Printemps . . .	560,66	+0,08	+0,03	+0,03	+0,17	+0,31	+0,41	+0,21	-0,20	-0,46	-0,40	-0,20	0,00
Été	569,31	+0,15	+0,11	+0,05	+0,04	+0,18	+0,28	+0,13	-0,25	-0,46	-0,29	-0,05	+0,11
Automne	564,62	+0,16	0,00	-0,03	+0,06	+0,16	+0,27	+0,08	-0,30	-0,51	-0,27	+0,11	+0,28
Année	563,76	+0,11	+0,01	+0,01	+0,09	+0,21	+0,32	+0,14	-0,25	-0,49	-0,32	-0,04	+0,17

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
Hiver	165,11	-0,04	-0,37	-0,33	-0,06	+0,08	+0,06	-0,05	+0,04	+0,15	+0,20	+0,14	+0,17
Printemps . . .	163,29	+0,03	-0,34	-0,56	-0,61	-0,27	-0,17	-0,08	+0,07	+0,34	+0,61	+0,61	+0,42
Été	158,90	-0,09	-0,52	-0,82	-0,86	-0,49	-0,11	+0,17	+0,44	+0,67	+0,69	+0,61	+0,32
Automne	162,19	-0,14	-0,44	-0,56	-0,39	-0,09	+0,02	+0,10	+0,19	+0,32	+0,38	+0,33	+0,25
Année	162,35	-0,05	-0,42	-0,57	-0,49	-0,19	-0,05	+0,04	+0,19	+0,39	+0,46	+0,44	+0,29

Formules de la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard, pendant l'année 1873

	mm	mm °	mm °	mm °
Décembre 1872.	B = 559,34	+0,32 sin (μ +352,0)	+0,32 sin (2 μ +133,7)	+0,10 sin (3 μ +241,5)
Janvier 1873 . .	B = 561,91	+0,17 sin (μ + 63,1)	+0,27 sin (2 μ +166,7)	+0,08 sin (3 μ +233,3)
Février.	B = 559,81	+0,15 sin (μ +347,2)	+0,27 sin (2 μ +160,2)	+0,05 sin (3 μ +233,1)
Mars	B = 559,62	+0,28 sin (μ +346,7)	+0,25 sin (2 μ +144,9)	+0,02 sin (3 μ +282,8)
Avril	B = 559,33	+0,30 sin (μ +349,3)	+0,20 sin (2 μ +135,0)	+0,0
Mai.	B = 562,99	+0,31 sin (μ +353,6)	+0,19 sin (2 μ +143,7)	+0,07 sin (3 μ +315,0)
Juin	B = 567,06	+0,28 sin (μ + 0,0)	+0,21 sin (2 μ +126,2)	+0,05 sin (3 μ +296,1)
Juillet	B = 570,50	+0,24 sin (μ + 5,3)	+0,22 sin (2 μ +130,6)	+0,06 sin (3 μ +302,5)
Août	B = 570,30	+0,18 sin (μ + 49,4)	+0,21 sin (2 μ +162,2)	+0,06 sin (3 μ +315,0)
Septembre . . .	B = 567,65	+0,26 sin (μ + 9,5)	+0,24 sin (2 μ +147,6)	+0,03 sin (3 μ +306,5)
Octobre	B = 564,34	+0,14 sin (μ + 38,8)	+0,26 sin (2 μ +159,9)	+0,06 sin (3 μ +282,2)
Novembre . . .	B = 561,88	+0,20 sin (μ + 54,3)	+0,31 sin (2 μ +153,4)	+0,10 sin (3 μ +240,9)
Hiver.	B = 560,37	+0,19 sin (μ + 8,0)	+0,28 sin (2 μ +151,1)	+0,08 sin (3 μ +234,8)
Printemps . . .	B = 560,66	+0,30 sin (μ +350,3)	+0,21 sin (2 μ +140,4)	+0,02 sin (3 μ +303,7)
Été.	B = 569,31	+0,21 sin (μ + 14,4)	+0,20 sin (2 μ +139,6)	+0,05 sin (3 μ +307,5)
Automne	B = 564,62	+0,18 sin (μ + 31,2)	+0,27 sin (2 μ +153,2)	+0,06 sin (3 μ +263,1)
Année	B = 563,76	+0,21 sin (μ + 8,7)	+0,24 sin (2 μ +147,6)	+0,05 sin (3 μ +270,0)

La hauteur moyenne du baromètre, à Genève, au mois de décembre 1873, a été de 734^{mm},21, soit de 11^{mm},42 plus élevée qu'en 1872, ce qui donne 727^{mm},08 pour la hauteur moyenne pour l'année civile. Au Saint-Bernard, la hauteur moyenne du mois de décembre 1873 a été de 567^{mm},03, soit de 7^{mm},69 plus élevée que pour le mois correspondant en 1872, d'où résulte 564^{mm},41 pour la hauteur moyenne pour l'année civile.

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes, déduites pour Genève des 35 années 1836-70, et pour le Saint-Bernard des 27 années 1841-67, on trouve les écarts suivants :

Époque.	Genève.	Saint-Bernard.	Genève-St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1872	—5,25	—2,98	—2,27
Janvier 1873. .	—0,38	+1,42	—1,80
Février.	+0,09	—0,43	+0,52
Mars.	—2,35	—0,09	—2,26
Avril.	—1,37	—2,30	+0,93
Mai	+0,79	—0,85	+1,64
Juin	—0,05	—0,05	0
Juillet	+0,87	+2,02	—1,15
Août.	+1,26	+1,90	—0,64
Septembre . . .	+1,00	+0,20	+0,80
Octobre	—0,56	—0,26	—0,30
Novembre . . .	+0,16	—0,15	+0,31
Année	—0,50	—0,12	—0,38

Dans les deux stations, le baromètre a été plus bas que de coutume, mais à Genève d'une manière plus prononcée qu'au Saint-Bernard; à Genève les écarts négatifs des mois de décembre 1872 et mars 1873 dépassent les limites de l'écart probable, l'écart positif du mois d'août dépasse un peu ces limites, pour tous les autres mois les écarts sont peu considérables.

Avec les données suivantes pour l'année 1873, 726^{mm},11 et 563^{mm},76 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations, +10°,21 et —0°,97 pour la température moyenne, 0,76 et 0,79 pour la fraction de saturation, je trouve, d'après mes tables hypsométriques, 2069^{m},2 pour la différence d'altitude entre les deux stations, chiffre inférieur de 1^{m},1 au résultat du nivellement direct.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans les deux stations, soit que l'on considère l'écart entre la hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour et la hauteur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les maxima et les minima absolus observés dans chaque mois.

GENÈVE, 1873. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1872 .	26	5	7	±7,14	-14,91 le 11	+ 2,86 le 27	±4,87	- 8,60 le 13	+11,63 le 4
Janv. 1873.	14	17	3	8,74	-24,95 le 20	+10,00 le 13	4,63	-15,77 le 19	+ 8,01 le 22
Février. . .	15	13	4	8,08	-12,23 le 27	+16,71 le 19	4,19	-10,38 le 25	+ 6,43 le 13
Mars	19	12	6	5,37	-14,29 le 13	+ 3,56 le 25	3,82	- 7,08 le 17	+10,93 le 2
Avril . . .	15	15	9	4,42	- 9,66 le 17	+ 6,80 le 30	3,44	- 7,30 le 5	+ 7,55 le 7
Mai	12	19	7	3,98	- 7,63 le 18	+ 8,40 le 11	2,78	- 5,88 le 2	+ 6,31 le 19
Juin	13	17	7	2,90	- 7,21 le 12	+ 4,74 le 27	1,74	- 3,91 le 11	+ 5,71 le 13
Juillet . . .	9	22	8	2,34	- 4,48 le 14	+ 5,99 le 17	1,86	- 2,98 le 17	+ 5,76 le 14
Août	9	22	11	2,09	- 3,03 le 19	+ 4,34 le 12	2,02	- 5,06 le 8	+ 5,13 le 9
Septembre.	10	20	5	3,19	- 4,51 le 14	+ 6,23 le 20	1,72	- 2,94 le 13	+ 2,78 le 24
Octobre . .	15	16	7	4,26	-14,44 le 24	+ 4,80 le 27	3,51	- 7,72 le 23	+ 6,70 le 25
Novembre .	15	15	7	4,64	-12,75 le 3	+ 6,03 le 25	3,84	- 7,29 le 21	+ 7,97 le 30
Année . . .	172	193	81	±5,19	-24,95 le 20 janvier	+16,71 le 19 février	±3,38	-15,77 le 19 janvier	+11,63 le 4 décembre

SAINT-BERNARD, 1873. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1872 .	22	9	3	±5,43	-12,34 le 11	+ 6,05 le 27	±3,35	- 6,41 le 8	+ 7,88 le 12
Janv. 1873.	13	18	1	8,00	-17,36 le 21	+12,18 le 14	3,24	-11,77 le 19	+ 5,24 le 21
Février . .	17	11	2	7,41	-11,13 le 12	+15,04 le 19	3,50	- 6,32 le 25	+ 6,65 le 13
Mars. . . .	13	18	7	4,26	-10,61 le 13	+ 5,59 le 25	2,91	- 5,25 le 10	+ 6,71 le 2
Avril. . . .	21	9	6	4,67	- 9,79 le 7	+ 6,19 le 3	2,95	- 7,31 le 5	+ 6,49 le 7
Mai	21	10	7	3,33	- 6,90 le 4	+ 5,20 le 11	2,49	- 5,41 le 12	+ 4,34 le 9
Juin	12	18	4	3,12	- 7,85 le 13	+ 5,48 le 21	2,00	- 4,55 le 11	+ 5,56 le 13
Juillet . . .	5	26	3	2,92	- 2,21 le 13	+ 5,63 le 31	1,43	- 2,65 le 18	+ 3,27 le 15
Août. . . .	6	25	6	2,79	- 2,76 le 19	+ 5,88 le 7	2,03	- 3,13 le 8	+ 3,34 le 20
Septembre.	13	17	4	3,14	- 4,64 le 6	+ 6,31 le 20	1,69	- 3,35 le 13	+ 3,86 le 17
Octobre . .	15	16	7	3,95	- 9,75 le 25	+ 5,50 le 3	2,83	- 5,24 le 7	+ 6,82 le 9
Novembre .	16	14	10	3,74	- 8,60 le 3	+ 7,22 le 26	3,36	- 8,09 le 26	+ 6,76 le 23
Année . . .	174	191	60	±4,68	-17,36 le 21 janvier	+15,04 le 19 février	±3,01	-11,77 le 19 janvier	+ 7,88 le 12 décembre

GENÈVE, 1873.

Époque.	Minimum.	Date.	Maximum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1872.	707,17	le 10	731,90	le 27	24,73
Janv. 1873.	701,24	le 20	738,84	le 13	37,60
Février . .	712,08	le 27	743,67	le 19	31,59
Mars . . .	709,67	le 13	729,15	le 25	19,48
Avril . . .	714,40	le 17	732,09	le 30	17,69
Mai	717,39	le 18	733,99	le 11	16,60
Juin. . . .	718,22	le 12	732,68	le 27	14,46
Juillet. . .	721,36	le 14	734,72	le 17	13,36
Août . . .	722,90	le 18	733,60	le 12	10,70
Septembre.	721,01	le 14	733,97	le 20	12,96
Octobre. .	709,90	le 24	732,23	le 11	22,33
Novembre.	712,02	le 3	733,53	le 25	21,51
Année . . .	701,24	le 20 janv.	743,67	le 19 févr.	42,43

SAINT-BERNARD. 1873.

Époque.	Minimum.	Date.	Maximum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1872.	548,44	le 11	568,62	le 30	20,18
Janv. 1873.	542,04	le 20	573,87	le 14	31,83
Février . .	548,47	le 12	575,34	le 19	26,87
Mars . . .	548,16	le 13	565,84	le 24	17,68
Avril . . .	549,45	le 7	566,94	le 3	17,49
Mai. . . .	555,14	le 4	570,34	le 11	15,20
Juin. . . .	557,22	le 13	573,06	le 21	15,84
Juillet. . .	564,76	le 14	575,09	le 31	10,33
Août . . .	565,38	le 20	575,25	le 7	9,87
Septembre.	561,28	le 7	573,80	le 20	12,52
Octobre . .	552,69	le 25	571,59	le 2	18,90
Novembre.	553,95	le 22	570,67	le 26	16,72
Année. . .	542,04	le 20 janv.	575,34	le 19 févr.	33,30

GENÈVE, 1873. — Tension de la vapeur.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.	TENSION moyenne des 24 h.	TENSION Minimum absolu	TENSION Maximum absolu
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1872.	5,09	5,20	5,20	5,11	4,97	4,98	4,82	4,89	5,04	5,01	3.41	7,28
Janvier 1873 . .	4,69	4,72	4,80	4,76	4,66	4,60	4,41	4,24	4,45	4,56	2.93	6,77
Février	4,07	4,13	4,19	4,36	4,38	4.27	3,97	3,97	4,09	4,13	2.14	6,59
Mars	6,08	5,96	5,93	6,17	6,14	6,12	5,71	5,91	5,88	5.94	3.84	8,36
Avril	5,66	5,36	5,41	5.79	5,88	6,04	5,70	5,86	5,75	5,67	2,29	9,79
Mai	6,54	6,18	6.08	6,70	7,06	7,00	6,93	6,95	6,53	6.63	2,07	11,23
Juin	9,38	9.66	9.42	9.54	10,00	10,05	9,71	9,80	9,66	9,65	4,37	14.77
Juillet	11,67	11,84	11,58	11,95	12,56	12.54	12,01	12,26	12,23	12,02	6.04	17.47
Août	11,02	10,51	10,60	11,61	11,75	11,54	10.80	11,21	11,12	11,01	5,56	16,89
Septembre . . .	9,33	9,57	9,64	9,82	9,72	9,45	8,93	9.53	9,64	9,28	6,07	14,86
Octobre.	8,06	7,98	7,95	8,18	8,17	7.88	7,38	7,70	8,14	7,80	3.76	12.76
Novembre . . .	5,67	5,73	5,77	5,90	5,76	5,74	5.36	5,34	5,64	5,62	3.58	8.11
Hiver	4,63	4,70	4.75	4,75	4,68	4,63	4,41	4.38	4.54	4,58	2.14	7.28
Printemps . . .	6,10	5,84	5.81	6,23	6,36	6,39	6,12	6,24	6,06	6.08	2,07	11,23
Été	10,70	10,68	10,56	11,05	11,45	11,39	10.85	11,10	11,02	10,90	4.37	17,47
Automne	7,69	7,76	7,79	7,97	7,89	7,69	7,22	7.53	7,81	7,57	3,58	14,86
Année	7,29	7,26	7,24	7,52	7,61	7,54	7.14	7,33	7,37	7,30	2.07	17.47

GENÈVE, 1873. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1872 .	796	789	812	853	860	884	888	885	878	881	888	853	855	410	1000, 51 fois
Janvier 1873	808	769	799	834	862	882	890	899	903	906	883	850	857	500	1000, 51 »
Février. . .	715	697	708	774	822	835	855	871	877	864	856	795	806	410	1000, 11 »
Mars	707	664	671	735	776	827	862	893	915	901	849	751	796	310	1000, 14 »
Avril	628	538	567	629	686	772	824	877	885	840	749	682	723	300	1000, 5 »
Mai	535	482	490	572	653	704	750	817	860	818	690	575	662	150	1000, 2 »
Juin	550	545	537	561	672	740	797	839	858	814	699	630	687	280	1000, 1 »
Juillet . . .	553	513	498	539	646	716	776	827	848	803	679	627	669	280	950
Août	527	473	477	569	652	719	769	825	850	811	673	600	662	240	1000, 2 »
Septembre .	623	629	633	703	785	823	860	886	911	895	808	708	772	440	1000, 3 »
Octobre . .	720	677	686	765	823	842	855	876	894	883	850	777	804	400	1000, 13 »
Novembre .	757	743	776	832	852	858	861	868	868	863	852	818	829	460	1000, 10 »
Hiver. . . .	775	753	775	822	849	868	878	885	886	884	877	834	840	410	1000, 113 fois
Printemps .	623	562	576	646	705	767	812	862	887	853	763	669	727	150	1000, 21 »
Été.	543	510	507	556	656	725	780	830	852	810	684	619	673	240	1000, 3 »
Automne . .	700	683	698	767	820	841	859	877	891	880	837	768	802	400	1000, 26 »
Année . . .	660	626	638	697	757	800	832	872	879	857	789	722	760	150	1000, 163 fois

Formules de la variation diurne de la fraction de saturation. — GENÈVE, 1873.

Décembre 1872	$H = 855 + 44 \sin(\mu + 237{,}5^\circ) + 21 \sin(2\mu + 215{,}2^\circ) + 10 \sin(3\mu + 229{,}1^\circ)$
Janvier 1873 .	$H = 857 + 58 \sin(\mu + 229{,}2) + 19 \sin(2\mu + 214{,}5) + 4 \sin(3\mu + 180{,}0)$
Février. . . .	$H = 806 + 86 \sin(\mu + 229{,}6) + 28 \sin(2\mu + 217{,}7) + 7 \sin(3\mu + 182{,}4)$
Mars	$H = 796 + 122 \sin(\mu + 224{,}5) + 19 \sin(2\mu + 242{,}1) + 3 \sin(3\mu + 39{,}3)$
Avril	$H = 723 + 160 \sin(\mu + 226{,}2) + 6 \sin(2\mu + 230{,}2) + 11 \sin(3\mu + 116{,}1)$
Mai.	$H = 662 + 175 \sin(\mu + 228{,}5) + 26 \sin(2\mu + 276{,}5) + 19 \sin(3\mu + 69{,}6)$
Juin	$H = 687 + 164 \sin(\mu + 228{,}9) + 8 \sin(2\mu + 315{,}0) + 14 \sin(3\mu + 35{,}0)$
Juillet	$H = 669 + 169 \sin(\mu + 226{,}2) + 2 \sin(2\mu + 343{,}3) + 17 \sin(3\mu + 62{,}4)$
Août	$H = 662 + 180 \sin(\mu + 230{,}2) + 16 \sin(2\mu + 253{,}3) + 16 \sin(3\mu + 79{,}4)$
Septembre . .	$H = 772 + 144 \sin(\mu + 232{,}9) + 27 \sin(2\mu + 249{,}2) + 8 \sin(3\mu + 14{,}5)$
Octobre . . .	$H = 804 + 100 \sin(\mu + 229{,}7) + 29 \sin(2\mu + 218{,}1) + 8 \sin(3\mu + 111{,}8)$
Novembre . .	$H = 829 + 55 \sin(\mu + 242{,}1) + 26 \sin(2\mu + 225{,}3) + 9 \sin(3\mu + 191{,}1)$
Hiver	$H = 840 + 62 \sin(\mu + 231{,}2) + 23 \sin(2\mu + 214{,}3) + 7 \sin(3\mu + 208{,}8)$
Printemps . .	$H = 727 + 152 \sin(\mu + 226{,}5) + 17 \sin(2\mu + 261{,}4) + 11 \sin(3\mu + 85{,}7)$
Été.	$H = 673 + 171 \sin(\mu + 228{,}2) + 9 \sin(2\mu + 283{,}2) + 15 \sin(3\mu + 63{,}3)$
Automne. . .	$H = 802 + 99 \sin(\mu + 233{,}4) + 27 \sin(2\mu + 231{,}3) + 3 \sin(3\mu + 114{,}9)$
Année	$H = 760 + 123 \sin(\mu + 229{,}2) + 16 \sin(2\mu + 241{,}3) + 6 \sin(3\mu + 101{,}8)$

Au mois de décembre 1873 la tension de la vapeur a été de $4^{mm},09$, et la fraction de saturation 0,871, ce qui réduit à $7^{mm},22$ la tension moyenne pour l'année civile 1873, et porte à 0,761 la fraction moyenne de saturation.

Si l'on compare l'année 1873 avec la moyenne des 22 années 1849-1870, on trouve les écarts suivants pour la tension de la vapeur, pour la fraction moyenne de saturation en millièmes, et pour le nombre de cas de saturation.

	ÉCARTS.		
	Tension de la vapeur. mm	Fraction de saturation.	Cas de saturation.
Décembre 1872 .	+0,74	— 12	+13
Janvier 1873 . .	+0,41	+ 2	+18
Février	—0,23	— 13	— 9
Mars	+1,31	+ 37	+ 5
Avril	—0,33	+ 22	+ 1
Mai	—1,38	— 49	— 2
Juin	—0,15	— 8	— 1
Juillet	+1,40	— 5	— 1
Août	+0,44	— 46	0
Septembre. . . .	—0,28	— 5	— 3
Octobre	+0.09	— 28	— 6
Novembre	+0,28	— 8	— 8
Hiver	+0,32	— 7	+22
Printemps	—0,13	+ 3	+ 4
Été	+0,57	— 20	— 2
Automne	+0,03	— 14	—17
Année	+0,20	— 10	+ 7

En somme, l'année peut être considérée comme n'ayant été ni sèche, ni humide, car si l'on trouve un petit excédant dans la tension de la vapeur, la fraction de saturation a été moindre que de coutume, en raison de la température plus élevée. L'on trouve la même opposition entre les deux éléments qui caractérisent l'état hygrométrique dans chacune des saisons, et même pour presque tous les mois; le mois de mars présente seul un caractère prononcé d'humidité et le mois de mai de sécheresse.

Vents observés à Genève, dans l'année 1873.

	Décemb. 1872.	Janvier 1873.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme	12	14	2	9	6	8	13	19	13	14	7	10	127
N. . .	17	28	31	90	87	89	74	116	79	50	29	28	718
NNE .	7	16	89	22	49	53	36	14	23	51	49	48	457
NE. .	12	11	23	22	20	13	9	12	13	7	34	38	214
ENE .	0	2	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	10
E. . .	11	7	17	3	3	5	6	8	2	7	9	11	89
ESE .	0	8	7	1	3	0	1	3	2	1	0	2	28
SE. .	16	17	18	3	2	6	8	9	6	5	5	15	110
SSE. .	12	9	11	2	7	7	9	4	6	5	10	3	85
S. . .	46	23	32	20	18	15	20	25	29	21	26	21	296
SSO. .	85	82	42	54	58	43	42	30	41	61	62	52	652
SO. .	63	58	31	37	29	25	38	20	36	48	59	40	484
OSO. .	13	19	11	11	3	10	20	9	16	12	15	8	147
O. . .	13	12	3	12	8	10	13	10	8	10	6	14	119
ONO .	1	0	1	4	2	2	1	0	2	1	0	1	15
NO. .	10	6	2	5	3	10	4	8	8	9	3	6	74
NNO .	1	5	3	8	10	8	7	7	6	4	1	1	61

	RAPPORT. Vents. NE. à SO.	RÉSULTANTE. Direction.	RÉSULTANTE. Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1872.	0,21	S 24°,9 O	61,7	4,3
Janvier 1873. . .	0,33	S 29,5 O	45,4	5,0
Février	1,34	N 71,8 E	14,7	0,8
Mars	1,02	N 55,2 O	21,2	3,2
Avril	1,37	N 18,2 O	21,9	2,2
Mai	1,57	N 16,2 O	28,4	2,9
Juin.	0,96	N 70,2 O	16,8	5,0
Juillet.	1,60	N 11,6 O	28,7	7,0
Août	0,92	N 73,2 O	16,3	5,0
Septembre . . .	0,76	S 76,4 O	18,8	5,0
Octobre	0,73	S 37,6 O	18,7	2,5
Novembre. . . .	0,93	S 17,5 O	6,5	4,0
Année	0,88	S 80,7 O	11,6	3,9

Les chiffres de ces tableaux, comparés aux chiffres moyens, montrent une prédominance des vents du sud et

du sud-ouest sur ceux du nord et du nord-est, en 1873, prédominance moins prononcée toutefois qu'en 1872. Cette prédominance tient surtout à ce que les vents du nord et du nord-est ont soufflé avec une intensité moindre que de coutume; car si l'on réduit les chiffres du tableau précédent, dans lesquels on a tenu compte de l'intensité du vent, et qui se rapportent au nombre total de 3285 observations dans l'année, au chiffre proportionnel de 1000 observations, pour les comparer aux valeurs moyennes, on trouve :

	1873.	Moyenne.	Différence.		1873.	Moyenne.	Différence.
N.	219	273	— 54	S.	90	116	—26
NNE.	139	216	— 77	SSO.	198	194	+ 4
NE.	65	38	+ 27	SO.	148	125	+23
Pour les 3 directions N à NE			—104	Pour les 3 directions S à SO			+ 1

On voit ainsi que l'intensité relative des vents du sud et du sud-ouest a été très-sensiblement égale à la moyenne, tandis que l'on trouve une forte diminution dans l'intensité relative des vents du nord et du nord-est. Le nombre de jours de forte bise, ou de fort vent du midi, a été moindre que de coutume, d'après le tableau suivant; il n'y a pas même eu un seul jour de forte bise dans les mois de décembre, janvier et mars.

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Midi.
Décembre 1872 . .	0	6
Janvier 1873	0	4
Février.	5	2
Mars	0	2
Avril	2	1
Mai	3	2
Juin	1	1
Juillet	1	1
Août	1	1
Septembre	3	3
Octobre	2	2
Novembre	2	0
Année	20	25

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1873 sont :

ÉPOQUE.	VENTS. NE.	SO.	Rapport.	RÉSULTANTE. Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1872.	130	285	0,46	S 45° O	55,6	5,4
Janv. 1873.	102	185	0,55	S 45 O	29,7	14,7
Février . .	169	120	1,41	N 45 E	19,4	14,7
Mars. . . .	101	215	0,47	S 45 O	40,9	8,6
Avril . . .	270	103	2,62	N 45 E	61,9	5,9
Mai	295	70	4,21	N 45 E	80,6	3,9
Juin. . . .	150	87	1,73	N 45 E	23,3	18,0
Juillet . . .	129	84	1,54	N 45 E	12,5	28,0
Août . . .	155	114	1,36	N 45 E	15,2	14,0
Septembre.	175	98	1,76	N 45 E	28,5	8,0
Octobre . .	146	200	0,73	S 45 O	19,4	8,0
Novembre.	199	193	1,03	N 45 E	2,2	7,4
Année. . .	2021	1754	1,15	N 45 E	8,1	11,4

Pluie ou neige, dans l'année 1873.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Nombre de jours.	Eau tombée.	Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	Eau tombée.
		mm			mm
Décemb. 1872.	14	58,6	70	12	111,7
Janvier 1873 .	15	54,9	82	9	85,0
Février	10	26,3	41	7	46,3
Mars	14	86,7	105	12	82,0
Avril	13	37,6	76	10	58,3
Mai	11	59,2	59	10	80,5
Juin.	11	73,0	46	8	53,8
Juillet.	7	81,8	28	8	72,9
Août	10	71,5	43	8	101,5
Septembre. . .	10	64,4	41	7	65,4
Octobre	14	81,3	58	7	172,5
Novembre. . .	10	68,0	83	9	95,0
Hiver	39	139,8	193	28	243,0
Printemps. . .	38	183,5	240	32	220,8
Été	28	226,3	117	24	228,2
Automne . . .	34	213,7	182	23	332,9
Année.	139	763,3	732	107	1024,9

En décembre 1873, il y a eu seulement trois jours de pluie à Genève, et la quantité d'eau tombée s'élève à $10^{mm},0$, en sorte que pour l'année civile 1873 l'on a en somme 128 jours de pluie et $714^{mm},7$ pour la quantité d'eau tombée. Au Saint-Bernard, il n'y a eu qu'un seul jour de précipitation aqueuse au mois de décembre 1873, avec $7^{mm},9$ pour la quantité d'eau, ce qui donne en somme pour l'année civile 96 jours de pluie et $921^{mm},1$ pour la quantité d'eau.

Il est tombé peu de neige à Genève pendant l'hiver ; au mois de décembre 1872 il en est tombé 15^{mm}, le 12, mais elle a fondu presque immédiatement. A la fin de janvier, le 28 et le 30, il y a eu des chutes plus abondantes, savoir 150^{mm} et 105^{mm} ; il en est tombé aussi, mais en petite quantité, les premiers jours de février, et le sol dans la plaine a été recouvert de neige du 28 janvier au 18 février ; passé cette époque, il n'est plus tombé de neige.

La comparaison de l'année 1873 avec la moyenne des 42 années 1826-67 pour Genève, et celle des 27 années 1841-67 pour le Saint-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie ou de neige, et pour la quantité d'eau tombée.

	GENÈVE		St.-BERNARD	
	Excès sur le nombre de jours de pluie.	Excès sur la quantité d'eau tombée.	Excès sur le nombre de jours de pluie.	Excès sur la quantité d'eau tombée.
		mm		mm
Décembre 1872	+ 5	+ 8,7	+ 4	+ 38,6
Janvier 1873 ..	+ 5	+ 6,0	— 2	— 44,1
Février	+ 2	— 11,3	— 2	— 47,3
Mars.........	+ 4	+ 38,2	+ 1	— 14,9
Avril.........	+ 2	— 20,8	— 1	— 61,8
Mai..........	— 1	— 22,7	— 1	— 39,5
Juin	0	— 4,6	— 2	— 47,6
Juillet	— 2	+ 14,3	— 1	— 2,2
Août.........	0	— 9,6	— 1	+ 15,7
Septembre ...	— 1	— 36,3	— 2	— 50,6
Octobre	+ 3	— 16,6	— 3	+ 30,2
Novembre	0	— 5,8	— 1	— 3,6
Hiver	+12	+ 3,4	0	— 52,8
Printemps....	+ 5	— 5,3	— 1	—116,2
Été..........	— 2	+ 0,1	— 4	— 34,1
Automne	+ 2	— 58,7	— 6	— 24,0
Année	+17	— 60,5	—11	—227,1

A Genève, il y a déficit dans la quantité totale d'eau tombée dans l'année, mais ce déficit, qui porte presque entièrement sur l'automne, est peu considérable et n'atteint pas à beaucoup près les limites de l'écart probable ; par contre, le nombre de jours de pluie a été plus grand que de coutume, l'excédant portant surtout sur l'hiver, où la pluie a été très-fréquente, sans être abondante. Au Saint-Bernard, l'année a été sèche et le déficit dans la quantité d'eau tombée est assez considérable, bien que le nombre de jours de pluie ou de neige n'ait pas été notablement moins grand que de coutume ; la hauteur de la neige tombée dans le courant de l'année est aussi sensiblement moindre que de coutume, la hauteur totale s'élevant à $5^{m},706$, répartie comme suit dans les différents mois :

Hauteur de la neige tombée au Saint-Bernard dans les différents mois de 1873.

	millimètres.
Décembre 1872. . . .	935
Janvier 1873	960
Février.	520
Mars	791
Avril	435
Mai.	485
Juin	20
Juillet.	0
Août	0
Septembre	90
Octobre.	610
Novembre	860
Année	5706

Le tableau suivant fait ressortir le caractère de l'année 1873 à Genève, au point de vue de la précipitation aqueuse, savoir des chutes fréquentes, mais peu abondantes; on y trouve d'abord, pour chaque mois, la plus longue période de sécheresse, ou de jours consécutifs sans pluie; la plus longue période de sécheresse dans l'année a été de 19 jours, soit sensiblement moins longue que de coutume, et elle tombe sur une époque de l'année où les pluies sont en général assez fréquentes, savoir du 18 septembre au 6 octobre. On trouve, par contre, dans plusieurs mois, surtout en décembre, janvier et mars, des périodes assez longues de jours consécutifs de pluie, la plus longue, de 9 jours, ayant eu lieu du 4 au 12 décembre. Le peu d'abondance des pluies se manifeste aussi par le fait que, sur les 139 jours de pluie dans l'année, il y en a 30 où la quantité d'eau tombée dans 24 heures n'atteint pas même un millimètre, et 9 où elle est même au-dessous d'un quart de millimètre, soit une quantité insignifiante. Par contre, on ne trouve dans aucun mois une quantité considérable d'eau, dépassant trois centimètres, recueillie dans 24 heures, le maximum s'élevant à 28^{mm},8 au mois d'octobre.

Époque.	Périodes de sécheresse.	Périodes pluvieuses.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 1mm,0.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0mm,25.	Pluie dans 24 heures maximum.	Pluie dans 24 heures dépassant 3cm
					mm	
Décembre 1872	7 jours (22–28)	9 jours (4–12)	2	1	12,1 le 7	–
Janvier 1873..	6 » (6–11)	8 » (17–24)	4	1	9,4 le 28	–
Février......	6 » (8–13)	5 » (26 févr. 2 mars)	2	1	10,7 le 2	–
Mars........	15 » (21 mars 4 avril)	6 » (8–13)	1	0	17,6 le 8	–
Avril........	4 »	5 » (16–20)	3	1	10,9 le 17	–
Mai.........	8 » (9–16)	4 » (17–20)	1	0	11,8 le 20	–
Juin.......	5 » (8–12)	2 »	3	0	18,8 le 23	–
Juillet.......	8 » (16–23)	2 »	1	0	26,7 le 24	–
Août........	7 » (2– 8)	4 » (30 août 2 sept.)	3	1	24,8 le 19	–
Septembre....	19 » (18 sept. 6 oct.)	4 » (14–17)	2	0	16,9 le 14	–
Octobre......	3 »	3 »	6	3	28,8 le 8	–
Novembre	11 » (11–21)	5 » (6–10)	2	1	22,8 le 26	–
Année	19 jours (du 18 sept. au 6 octobre.)	9 jours (4–12 déc.).	30	9	28,8 le 8 octobre.	–

J'ai calculé pour Genève, comme je l'avais fait les années précédentes, la durée relative de la pluie, pour chaque mois, pour les saisons et pour l'année entière, en divisant le nombre d'heures de pluie d'une période par le nombre total d'heures de cette période. Le tableau suivant renferme, en outre, la durée moyenne de la pluie pour un jour de pluie et la quantité moyenne d'eau tombée dans une heure. Ce tableau montre qu'il a plu pendant un douzième de l'année environ à Genève, que la pluie a duré en moyenne un peu plus de cinq heures pour un jour de pluie, enfin, que la quantité d'eau tombée dans une heure dépasse un peu un millimètre.

GENÈVE.

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1872...	0,094	5,00	0,84
Janvier 1873.....	0,110	5,47	0,67
Février.........	0,061	4,10	0,64
Mars...........	0,141	7,50	0,83
Avril...........	0,106	5,85	0,49
Mai............	0,079	5,36	1,00
Juin...........	0,064	4,18	1,59
Juillet..........	0,038	4,00	2,92
Août...........	0,058	4,30	1,66
Septembre.......	0,057	4,10	1,57
Octobre.........	0,078	4,14	1,40
Novembre.......	0,115	8,30	0,82
Hiver...........	0,089	4,95	0,72
Printemps.......	0,113	6,32	0,76
Été............	0,053	4,18	1,93
Automne........	0,083	5,35	1,17
Année..........	0,084	5,27	1,04

ÉPOQUE.	Jours de tonnerre à Genève.	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1872	0	0
Janvier 1873	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	1	1
Mai	2	0
Juin	4	0
Juillet	8	0
Août	4	1
Septembre	1	0
Octobre	1	1
Novembre	1	0
Année	22	3

Etat du ciel.

	GENÈVE.					SAINT-BERNARD.				
ÉPOQUE.	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours couverts.	Clarté moyenne.	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours couverts.	Clarté moyenne
Déc. 1872	1	2	4	24	0,83	5	1	4	21	0.76
Janv. 1873.	3	1	5	22	0,79	11	4	7	9	0,48
Février	2	2	7	17	0,77	11	2	6	9	0,47
Mars	5	5	2	19	0,71	5	4	7	15	0,64
Avril	3	5	8	14	0,67	5	1	5	19	0,73
Mai	6	8	6	11	0,55	6	3	8	14	0,62
Juin	8	4	8	10	0,54	4	6	4	16	0,64
Juillet	10	13	5	3	0,35	9	10	8	4	0,45
Août	13	7	5	6	0,38	9	5	4	13	0,52
Septembre.	4	10	6	10	0,55	9	1	8	12	0,53
Octobre	3	6	3	19	0,71	6	2	5	18	0,67
Novembre	0	4	5	21	0,82	9	2	2	17	0,61
Hiver	6	5	16	63	0,795	27	7	17	39	0,571
Printemps.	14	18	16	44	0,641	16	8	20	48	0,665
Été	31	24	18	19	0,400	22	21	16	33	0,537
Automne	7	20	14	50	0,695	24	5	15	47	0,605
Année	58	67	64	176	0.632	89	41	68	167	0,595

ÉPOQUE.	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1872. . .	7	4	11
Janvier 1873	5	4	9
Février.	3	3	6
Mars.	0	0	0
Avril.	0	0	0
Mai	0	0	0
Juin	0	0	0
Juillet	0	0	0
Août	0	0	0
Septembre	0	3	3
Octobre	0	4	4
Novembre	0	2	2
Hiver	15	11	26
Printemps	0	0	0
Été.	0	0	0
Automne	0	9	9
Année	15	20	35

A Genève, la nébulosité s'écarte fort peu de la moyenne pour l'année entière, seulement l'on trouve une différence d'une saison à l'autre; l'été ayant été notablement plus clair que de coutume, tandis que les autres saisons présentent une plus forte proportion de nuages.

NOTE

SUR

LES DÉPOTS DE LA RIVIÈRE D'ARVE

AUX ENVIRONS DE LA VILLE DE GENÈVE

PAR

M. DANIEL COLLADON

J'ai publié en 1870, dans le cahier de septembre des *Archives des Sciences* de la *Bibliothèque Universelle,* une description des terrasses d'alluvion sur lesquelles est bâtie la ville de Genève sur la rive gauche du Rhône.

Celles de ces terrasses qui n'ont été ni remaniées, ni diminuées de hauteur par l'homme, sont invariablement composées de trois étages ou de trois massifs superposés.

Le massif inférieur, le plus remarquable et le plus épais (10 à 15 mètres en moyenne), est entièrement composé de couches inclinées alternatives de sables fins, de sables plus grossiers et de menus graviers. Toutes ces couches sont fortement inclinées du même côté : nord-ouest ou nord-nord-ouest. Elles forment des séries à peu près parallèles, et des espèces de bandes en nappes superposées où les éléments ci-dessus sont distribués et classés avec un ordre merveilleux, et on ne voit pas de dépôts analogues dans les stratifications actuelles des bords de l'Arve.

Un second caractère général de ce massif, c'est que les couches inclinées qui le composent se terminent brusquement et sans aucune transition à une hauteur d'envi-

ron 28 mètres au-dessus du niveau moyen actuel du lac Léman.

La terminaison subite de ces couches forme une espèce de plan général qu'on peut appeler *Plan de niveau.*

Au-dessus de ce plan est déposée une couche, nettement horizontale, de galets, de graviers et d'un peu de sable, *tous stratifiés en lits horizontaux,* et présentant des caractères identiques à ceux des lits de galets et de graviers que l'Arve actuelle dépose dans les plaines qu'elle parcourt. Ces dépôts horizontaux forment le second massif épais de 2 à 3 mètres.

Enfin, au-dessus de cette couche horizontale, on trouve un troisième massif composé de terrain végétal d'épaisseur variable.

Je ne reviendrai pas sur les autres détails de cette constitution remarquable. Je rappellerai seulement qu'un savant ingénieur des ponts et chaussées de France a signalé, dès 1866, l'existence, au Bouveret près du Rhône, à Saint-Gingolph près du torrent de la Morge, à Thonon près de la Dranse, de lambeaux de terrasses composées de la même manière que celles que j'ai étudiées à Genève, à peu de distance de l'Arve, et que la hauteur au-dessus du lac du plan de niveau, qui sépare ces divers massifs de couches inclinées de leur calotte de galets déposés en lits horizontaux, est à peu près la même pour ces quatre localités.

Des faits semblables avaient été signalés antérieurement par un observateur italien, M. Nobili, sur les rives du lac Orta.

M. Dausse, adoptant les idées de cet observateur, a expliqué ces faits avec beaucoup de netteté en attribuant les couches inclinées à un remblai fait, à une époque bien

antérieure à l'homme, dans les profondeurs d'un lac dont le niveau dépassait de 28 à 30 mètres celui du Léman actuel, par les apports d'une rivière, comme font encore le Rhône et la Dranse à leur embouchure.

J'ai adopté cette explication, et je crois l'avoir corroborée par l'observation de quelques faits nouveaux publiés en 1870 [1].

Aujourd'hui le lit de l'Arve, près de son confluent avec le Rhône, est à un niveau un peu inférieur à celui du lac, et ce confluent est situé à un kilomètre en aval de la Coulouvrenière.

La partie comprise entre cette rivière et le pied des terrasses à l'ouest de Genève, est une plaine de deux ou trois kilomètres carrés, un peu plus élevée que les hautes eaux du lac, et cette plaine présente partout, à une faible profondeur, des indices d'anciens lits de galets, de sables et de graviers, déposés en couches horizontales par la rivière.

Ces dépôts font présumer que l'Arve a dû couler autrefois très-près de Genève.

Il est inexplicable que, parmi les très-nombreux historiens qui, depuis Jules César, ont écrit sur Genève, ses origines et ses antiquités, aucun ne fasse allusion à cette proximité de l'Arve.

Les plus anciennes cartes placent le confluent de cette rivière à deux kilomètres environ en aval du lac, c'est-à-dire au même endroit qu'aujourd'hui.

L'historien Spon dit, tome I, page 4 :

[1] Depuis l'année 1870 j'ai eu l'occasion de constater qu'à Bellegarde, département de l'Ain, sur la rive droite du Rhône, on voit des vestiges de puits évidemment creusés par les eaux du Rhône et situés à 35 mètres et plus au-dessus du niveau actuel du fleuve.

« La position de Genève sur une éminence, entre le lac « et le Rhône qui en sort, doit avoir attiré les habitants en « même temps que le pays d'alentour a été cultivé. »

Le même volume contient (p. 14) une carte tracée par Spon représentant Genève et ses alentours à l'époque romaine ; l'Arve n'y est pas figurée.

C'est seulement depuis un bien petit nombre d'années que l'on a signalé plusieurs faits qui semblent démontrer que l'Arve a côtoyé la colline de Genève à une époque où l'homme habitait ses bords, et où probablement les parties élevées de la colline constituaient déjà une petite ville.

Les terrains entre l'Arve et le Rhône qui appartiennent à la Compagnie genevoise d'éclairage par le gaz, à la Coulouvrenière (environ 2 hectares et demi), reposent en entier sur une couche de 2 mètres et plus d'épaisseur de graviers stratifiés en lits horizontaux. Ces graviers sont identiques aux couches que l'Arve dépose actuellement.

En 1844, lors de la construction de l'usine, on a trouvé, enfouie dans ces lits de graviers, une meule en granit d'environ $0^m,80$ de diamètre, de forme lenticulaire.

En 1860, M. Henri Santoux, entrepreneur de plusieurs grands bâtiments à l'entrée du chemin des Savoises, au nord de Plainpalais, a trouvé à environ $2^m,50$ sous la surface du sol, dans une couche de graviers tout à fait semblables à ceux de l'Arve, des fragments de tuiles et une ancienne digue encore en place, composée de pieds d'arbres et de pieux liés par un clayonnage de branches entrelacées.

Au sud-est de Plainpalais, dans la propriété de M. le notaire Vignier, on a retrouvé à 2 ou 3 mètres de profondeur une couche analogue contenant aussi des débris de briques en partie roulées.

M. le Dr Hyppolite Gosse, qui s'est occupé avec succès de recherches sur les antiquités lacustres de la Suisse et en particulier du lac Léman, m'a dit avoir vu sous les fondations d'une partie des bâtiments universitaires, près de Plainpalais, des dépôts analogues avec des fragments de briques, dites « romaines. »

Le même docteur a présenté, il y a peu d'années, dans une réunion scientifique, une carte manuscrite où sont figurées les anciennes stations lacustres de la partie occidentale du lac Léman, et sur cette carte il avait indiqué par un trait le confluent de l'Arve près de la Coulouvrenière.

Les travaux qui se font près la place Neuve et la Corraterie pour la construction d'un théâtre, ont mis à nu un vaste banc de gravier qui offre un grand intérêt, parce qu'il semble pouvoir fournir des indications assez précises sur deux faits intéressants pour Genève, savoir : la démonstration d'un ancien confluent de l'Arve et du Rhône, un peu en amont de la Coulouvrenière, et la hauteur probable du lac Léman, dans les siècles qui ont précédé ou suivi de près la domination romaine.

Le nouveau théâtre, placé sur les anciens terrains du bastion Souverain très-près de la Corraterie, occupera 2900 mètres carrés, et ses fondations ont été établies à une grande profondeur sur un lit de glaise à peu près horizontal. En creusant le déblais pour ces fondations, on a rencontré un lit de graviers formant une couche de $2^m,10$ à $2^m,50$ d'épaisseur reposant sur l'argile.

J'ai pu examiner à loisir et sur divers points, avec l'aide de plusieurs ingénieurs et architectes, cette couche de graviers, de sables et de galets, et constater en leur présence que ces couches étaient dans leur état primitif,

telles qu'elles avaient dû être déposées par un courant de rivière. La stratification originaire était évidente.

Dans les rivières torrentielles, comme l'Arve, qui charrient beaucoup de graviers, j'ai remarqué qu'on peut reconnaître à divers indices la direction du courant par la seule inspection des dépôts, surtout de ceux formés en grande partie de petits cailloux aplatis. Ces cailloux trouvent une position plus stable quand ils sont juxtaposés ou imbriqués, entre eux par rapport au courant, comme le sont les tuiles des toitures par rapport à l'eau qui coule le long de leur pente.

D'après ces indices et quelques autres, j'ai pu reconnaître que ces graviers avaient dû être déposés et stratifiés par un cours d'eau se dirigeant du sud-est vers le nord-ouest.

Les menus sables extraits de ces couches semblent identiques à ceux que l'Arve charrie aujourd'hui.

En examinant leurs fragments à la loupe, on constate qu'ils sont essentiellement formés de débris siliceux dont la plus grande partie est cristalline et composée de quartz transparent ou laiteux. L'Arve est d'ailleurs la seule rivière, dans le canton de Genève, qui charrie des sables de ce genre.

Désirant faire examiner plus à fond cette question essentielle, j'ai prié M. J. Brun, président de la Société de pharmacie de Genève et minéralogiste habile, d'examiner à la loupe et dans son laboratoire des échantillons : 1° de sables extraits des lits de graviers stratifiés sur lesquels reposait l'ancien bastion Souverain, et 2° d'autres échantillons recueillis dans une partie du lit actuel de l'Arve située entre les deux ponts près de la ville de Carouge; dans ce dernier endroit le courant est rectiligne et rapide,

et les sables déposés y sont énergiquement lavés. Dans d'autres localités du cours actuel de la rivière, où la vitesse est moindre, la proportion de limon, mélangée au sable, augmente notablement.

Voici les résultats de cet examen comparatif :

Les deux sables examinés à une forte loupe, et avec l'aide de quelques réactions chimiques laissent reconnaître facilement, tous les deux, des fragments de roches à peu près identiques que M. Brun classe dans l'ordre suivant, en commençant par les plus abondantes :

Quartz blanc, en grande partie translucide,
Quartz laiteux jaune et brun,
Feldspath orthose,
Micaschiste,
Schiste ardoisé noir,
Gneiss et grès gris,
Syénite,
Serpentine,
Calcaire siliceux,
Calcaire blanc et noir,
Calcaire ferrugineux.

Le sable n° 2, pris dans le courant actuel, entre les deux ponts de Carouge, secoué avec de l'eau, ne lui cède pas de matières organiques, et l'eau reste claire.

Le sable n° 1, pris aux fondations du nouveau théâtre, agité avec de l'eau, rend celle-ci trouble et limoneuse par un mélange d'un peu de marne et d'argile et de matières organiques.

Ces deux sables ont été traités par l'acide chlorhydrique.

Le n° 1 a perdu 27 % de son poids ; cette perte représente les marnes et les fragments calcaires.

Le n° 2 a perdu 20 %, qui représentent les calcaires seuls.

Il était surtout intéressant de comparer la pesanteur spécifique de ces deux sables après les avoir traités par l'acide et parfaitement séchés à 100°.

Ces mesures prises avec les précautions voulues ont donné :

Sable n° 1	poids spécifique	2,60.
Sable n° 2	id.	2,63.

Supposant que cette faible différence pouvait provenir d'un peu de matière organique que l'acide ne dissout pas, on a chauffé les deux sables également jusqu'à destruction de cette matière organique ; les deux pesanteurs spécifiques sont alors devenues identiques : 2,63.

Il en est de même de l'aspect et de la nature des fragments de roches qui les composent.

On doit conclure de cette double identité que les deux sables proviennent positivement des mêmes roches ; et comme l'Arve est la seule rivière du canton de Genève qui reçoive et charrie des sables de ce genre provenant des glaciers de la chaîne du Mont-Blanc, on peut en conclure que les couches de graviers stratifiés découverts sous l'emplacement du nouveau théâtre, font bien partie d'un ancien lit de l'Arve.

En rapprochant ces faits de ceux décrits précédemment, on devra conclure que l'Arve coulait au pied des terrasses de la Treille et de la Tertasse à une époque antérieure de peu de siècles à l'ère chrétienne.

Les terrasses sur lesquelles Genève était bâtie se trou-

vaient alors protégées de trois côtés, par le lac, le Rhône et l'Arve qui en défendaient les abords.

C'était une position stratégique assez semblable à celle de l'ancienne ville de Zurich, placée à l'extrémité du lac entre la Limmat et la Sihl, et analogue à celle qui a été choisie postérieurement par les fondateurs de la ville de Berne.

Il n'est pas possible d'affirmer si ces couches de graviers, sous le bastion Souverain, avaient anciennement une épaisseur plus grande; ceux qui ont construit ce bastion un peu après le milieu du dix-septième siècle, ont peut-être diminué sa hauteur; mais l'épaisseur qui subsiste, et qui n'a été évidemment ni fouillée, ni remuée, est en général supérieure à 2 mètres, et semble varier entre $2^{m},10$ et $2^{m},50$. On distingue dans toute cette épaisseur les indices certains de couches ou lits déposés et classés par le courant d'une rivière, et qui, depuis, n'ont jamais été remaniés.

Ces indices sont les mêmes là où on trouve de nombreux fragments de briques anciennes, profondément enfouis et faisant partie de ces couches dès l'origine de leur stratification, et dans d'autres parties où ces débris sont plus rares.

Il m'a paru que ce lit horizontal de graviers déposés par l'Arve, à proximité du lac, sur un vaste banc d'argile à surface sensiblement horizontale, offrait un des éléments les plus authentiques de détermination des niveaux du lac Léman à l'époque où ces sables et ces graviers semés de fragments de briques avaient été déposés.

En conséquence, j'ai télégraphié, le 16 août dernier, à mon éminent collègue, M. Louis Gonin, ingénieur en chef du canton de Vaud, pour l'engager à venir voir et exa-

miner avec moi ces couches de graviers, le lit sur lequel elles reposent, et mesurer leur hauteur relativement à l'élévation moyenne des eaux du lac. Il m'a annoncé sa visite pour le mardi 18, et ce jour-là, aidés de MM. Adolphe Gautier, ingénieur, Goss. architecte, Bouet, entrepreneur et de son représentant, M. Montfort, nous avons examiné de nouveau les couches de graviers, leur apparence générale, leur épaisseur au-dessus du banc d'argile ; en fouillant dans l'intérieur de ces couches anciennes, M. Gonin a trouvé en différents points des fragments de briques romaines à bords usés ou arrondis, et un petit morceau de fer entièrement oxydé qui nous a paru provenir d'une grosse tête de clou.

Des mesures pour déterminer la hauteur de cette couche de graviers, par rapport au lac, ont été prises en notre présence par M. Montfort avec un appareil à niveau de Lefèvre.

Ces nivellements ont été vérifiés le lendemain par M. l'ingénieur Janin-Bovy, et ses opérations ont donné des mesures qui coïncident à 2 ou 3 centimètres près avec les précédentes.

Elles ont été raccordées avec une ligne horizontale, gravée sur une des maisons de la Corraterie (n° 18), et surmontée du chiffre VIII, indiquant que cette ligne se trouve à huit mètres au-dessus du niveau moyen des eaux du lac, tel qu'il avait été admis en 1844 par M. le général Dufour. La surface supérieure du lit d'argile, sur lequel repose le banc de gravier, est située à $0^{m},85$ au-dessous du niveau moyen du lac Léman. Les couches de sables et de graviers superposées à cette argile, et qui formaient anciennement la base du lit de l'Arve, ont une épaisseur moyenne de $2^{m},27$. Leur partie supérieure dé-

passait donc de $1^m.42$ le niveau moyen actuel des eaux du lac[1].

On peut conclure, sans hésiter, qu'à l'époque inconnue, mais qui ne doit pas remonter à plus de vingt ou trente siècles, pendant laquelle ces graviers formaient le lit de la rivière d'Arve, l'eau de cette rivière était plus élevée que l'eau actuelle du lac.

Si le niveau de ce lac avait été le même que celui du dix-huitième et du dix-neuvième siècle, son eau n'aurait pu s'écouler vers la mer.

Il faut donc admettre qu'à cette époque ancienne, le Léman avait un niveau élevé de 2 mètres environ, ou peut-être de 3 mètres, au-dessus de celui que nous observons actuellement.

[1] *Sur la hauteur des eaux du lac*, on peut consulter : *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, Macaire, tome V, p. 63. — Colonel Dufour, t. X, p. 327. — E. Plantamour, t. XXIII, p. 427, 1874. Cette Notice se vend à part, chez Georg, libraire, Genève. — Forel, *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 1861, tome X, p. 573.

CINQUANTE-SEPTIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A COIRE

les 11 et 12 septembre 1874.

L'époque qui chaque année ramène la session de la *Société helvétique des Sciences naturelles* est toujours un moment que les naturalistes suisses revoient avec plaisir. Après avoir été pendant des mois absorbés par leurs occupations diverses, ils saluent de loin ces jours qui leur permettront de se réunir encore une fois, de renouer d'anciennes amitiés, de former des relations nouvelles. Chacun de nos cantons étant en lui-même un foyer de vie intellectuelle, il est bien nécessaire de réunir de temps en temps tous ces éléments isolés en un seul faisceau; chacun est ainsi mieux à même de juger du chemin parcouru, et l'échange des idées ne peut que contribuer à ouvrir de nouveaux horizons. Nous n'avons donc pas été surpris de voir, malgré la position un peu excentrique du lieu du rendez-vous, les membres de la Société se réunir en nombre respectable (150 environ) à Coire le 10 septembre dernier. C'est la troisième fois déjà que le canton des Grisons a réclamé l'honneur de recevoir la *Société helvétique des Sciences naturelles;* la première réunion a eu lieu à Coire en 1826 et la seconde à Samaden, dans la pittoresque vallée de l'Engadine, en 1863.

La cinquante-septième session, présidée par M. le Dr

Killias, a été, suivant la proposition faite il y a deux ans par le comité central de Fribourg, réduite à deux jours au lieu de trois. Nous croyons que beaucoup de membres ont trouvé la réunion un peu courte, et ont regretté, en particulier, qu'il n'eût pas été possible de donner plus de temps aux séances des sections.

Le programme se rapprochait en bien des points de celui des réunions précédentes. Le vendredi 11 septembre a été consacré dans la matinée à la première assemblée générale, dans laquelle le prix Schlaefli a été décerné à M. le Dr Brot, de Genève, pour une monographie des Unios de la Suisse. Dans son discours d'ouverture, M. le Dr Killias, après avoir rappelé les pertes regrettables qu'a faites la Société cette année (MM. Shuttleworth, de la Rive, Gosse, Agassiz, Simmler), a esquissé à grands traits l'histoire naturelle du canton des Grisons; il s'est surtout attaché aux sources minérales qui ont particulièrement attiré l'attention depuis quelques années ; on n'en compte aujourd'hui pas moins de cent cinquante, disséminées dans les différentes vallées de cette région ; une trentaine seulement sont utilisées jusqu'à présent. Le plus grand nombre sort des « schistes des Grisons » (Bündner Schiefer), et sont surtout alcalines ou ferrugineuses; l'acide carbonique y est souvent très-abondant; enfin elles sont en majeure partie froides, ce qui semble indiquer qu'elles ne viennent pas d'une grande profondeur. D'autres terrains, tels que le gypse, la serpentine, le gneiss en fournissent aussi, mais en nombre très-inférieur. La seconde journée (samedi 12 septembre) a été employée par les séances des sections et par une seconde assemblée générale de la Société.

La réunion, officiellement terminée dès le samedi soir,

s'est encore prolongée le dimanche dans le pittoresque château de Reichenau, où M. le Dr de Planta avait invité tous les membres de la Société.

Le siége du comité central a été fixé à Bâle pour le terme de six ans, et il a été composé de MM. Rütimeyer, professeur, Hagenbach, professeur, Fritz Burkhardt, professeur, et P. Merian, professeur. La prochaine session aura lieu en 1875 à Andermatt, sous la présidence de M. le professeur Kaufmann, de Lucerne.

Nous sommes certains de nous faire ici l'écho de tous ceux qui ont assisté à la cinquante-septième session de la *Société helvétique,* en exprimant au comité central. et à tous nos collègues grisons, nos plus chaleureux remercîments pour leur cordiale hospitalité. Aucun de nous n'oubliera et la charmante promenade dans les gorges sauvages de la Rabiusa et la riante prairie dans laquelle se dressait le buste, dévoilé en notre présence, du regretté Théobald, l'infatigable géologue grison, et tant d'autres souvenirs que nous laissera notre séjour dans la vieille cité rhétienne.

Nous donnerons maintenant le bulletin des communications scientifiques présentées soit dans les séances générales, soit aux réunions des sections, et nous saisissons cette occasion pour remercier et les auteurs eux-mêmes, et les secrétaires des sections pour l'obligeance qu'ils ont mise à faciliter notre travail.

GÉOLOGIE.

Dans la première séance générale M. le professeur *Desor* communique les observations qu'il a faites sur les moraines du versant méridional des Alpes. On trouve à

Bernate, près de Camerlata, non loin de Côme, au milieu des cailloux et des marnes d'une ancienne moraine, un grand nombre de fossiles pliocènes (Et. Astien I May.). qui sont très bien conservés et ne sont nullement roulés : *Cerithium vulgatum* Brug., *Pleurotomaria interrupta* Broc., *turricula* Broc., *Fusus aduncus* Broc., *angulosus* Broc., *Murex scalaris* Broc., *Buccinum mutabile* L., *reticulatum* L., etc. M. Desor en indique trente-huit espèces, dont douze vivent encore aujourd'hui dans la Méditerranée. Un échantillon qui se trouve au musée de Milan contient à la fois un caillou poli et strié, et une spatangoïde, oursin délicat, mais bien conservé, qui prouve que ces fossiles n'ont pas été roulés. Il faut donc qu'un ancien glacier ait déposé dans cette localité sa moraine terminale au bord même de la mer pliocène qui formait un golfe dans la plaine actuelle de la Lombardie à une époque où les Alpes existaient déjà sous la forme d'une haute chaîne.

La faune de Bernate est une faune de mer tempérée, plutôt chaude ; on y trouve des polypiers; on y a recueilli aussi des fragments de plantes qui indiquent une végétation arborescente.

Les faits observés dans la moraine de Camerlata ne sont point isolés et divers indices font croire à M. Desor qu'ils se retrouveront dans plusieurs des anciennes moraines de la Lombardie. Ils rappellent les circonstances climatériques actuelles dans la Nouvelle-Zélande. Ces découvertes prouvent que la période pliocène et la période actuelle sont intimement unies, et ne devraient former en réalité qu'une seule époque séparée de l'époque miocène par une différence beaucoup plus grande dans la faune et le soulèvement des Alpes.

M. le professeur *Fuchs*, de Heidelberg, rend compte, dans la seconde séance générale, de ses recherches aux environs de Méran dans le Tyrol méridional : il rappelle la distinction faite entre les trois zones des Alpes, la zone médiane formée principalement de roches cristallines et les zones latérales nord et sud ; cette dernière est plus compliquée que la latérale nord, par suite des nombreuses éruptions plutoniques. Méran est à la limite de celle-ci et de la zone médiane constituée ici par des gneiss, de la tonalite, de la pegmatite, un granit gneissique, de la diorite, des micaschistes, des schistes argileux intercalés dans le gneiss et contenant des couches bitumineuses, du marbre blanc, etc.

Le porphyre quartzifère rouge se trouve au milieu des terrains sédimentaires, et forme dans cette région une masse très considérable ; il contient dans les fissures des infiltrations de quartz hyalin, de calcédoine, etc., qui ont imprégné par places la roche elle-même. Le grès bigarré, commençant par un conglomérat porphyrique, repose horizontalement sur le porphyre ; il a 1500 pieds d'épaisseur ; il est recouvert de couches argileuses (*Campiler Schichten*), correspondant au *Wellendolomit* du trias de l'Allemagne et surmonté de la dolomie de Mendola.

M. Fuchs décrit ensuite l'ancien glacier de l'Etschthal qui remplissait cette vallée en s'adjoignant de nombreux glaciers latéraux et qui a laissé de gigantesques moraines, des blocs erratiques et des surfaces polies et striées d'une grande étendue.

M. le professeur *Renevier* présente le *Tableau des Terrains sédimentaires* qu'il a publié dernièrement dans le *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, n°s 70, 71 et 72. Les neuf tableaux, collés ensemble

sur toile, forment une feuille de plus de dix pieds de longueur. Destiné spécialement à l'enseignement, les noms des grandes divisions des terrains sont imprimés en gros caractères, visibles de loin. M. Renevier insiste sur l'emploi des couleurs conventionnelles de la Commission géologique fédérale pour représenter les périodes, et sur l'utilité très grande qu'il y aurait à ce que cette convention fût généralement adoptée en Suisse. Si, dans tous nos Musées, les fossiles des divers terrains portaient des étiquettes *jaunes* pour le nummulitique, *vertes* pour le crétacé, *bleues* pour le jurassique, etc., c'est-à-dire les mêmes couleurs que celles employées dans les cartes géologiques suisses, et si pour toutes les cartes et coupes on conservait toujours ces mêmes couleurs conventionnelles, combien l'étude de la géologie en serait facilitée pour tous. M. Renevier montre aussi un exemplaire mis au net de la carte géologique des Alpes vaudoises, à laquelle il travaille depuis plus de vingt ans, et qui va être publiée à l'échelle du 1/50000 par la Commission fédérale. Il fait ressortir les remarquables renversements de terrains qui sont si fréquents dans la zone crétacéo-nummulitique des Diablerets, du Muveran, de la Dent de Morcles, et qui se continuent dans la chaîne de la Dent du Midi. Il présente également diverses photographies de parois de rochers, et, en particulier, celle du fameux replis des Diablerets. Grâce à un nouveau procédé, dont M. Renevier montre des échantillons très bien réussis, ces photographies pourront être reproduites identiquement par l'impression et jointes à son mémoire en préparation. Si possible on les tirera en couleurs, suivant la convention, ci-dessus mentionnée, de la Commission géologique fédérale.

M. *Gillièron* rappelle les discussions qui ont eu lieu sur l'existence des anciens glaciers dans la Forêt-Noire et les opinions émises à ce sujet par Agassiz, Fromherz, Hogard, Sandberger, Vogelgesang, etc. Il a reconnu d'une manière indubitable la présence de restes glaciaires dans la vallée de la Wiese et dans des vallées voisines. Ce sont de véritables moraines, des surfaces polies, des cailloux polis et striés, des blocs erratiques de granit sur du schiste de transition. Ces observations, à l'appui desquelles il montre divers échantillons, mettent hors de doute l'existence d'anciens glaciers dans la Forêt-Noire. Leur extension était moins grande que dans les Vosges, ces montagnes présentant beaucoup plus de hauts plateaux que les premières et formant ainsi de plus grands réservoirs pour les névés.

M. le professeur *Fuchs* rend compte de ses recherches dans l'île d'Ischia. Cette île est formée par un volcan trachytique dont il a étudié le développement complet. Les premières éruptions datent de la fin de la période tertiaire; elles furent sous-marines: les dépôts de cendres et de lave formèrent le fondement de l'île qui sortit bientôt des eaux, mais qui n'atteignit que beaucoup plus tard sa hauteur actuelle. La mer a détruit la moitié de l'ancien cratère qui se nomme l'Epomeo (2775′). On voit sur les flancs du cône des dépôts marins avec coquilles jusqu'à 1400′. Autour de lui se formèrent des cônes d'éruption secondaires. Les éruptions historiques datent de 400 ans, de 350 ans, de 98 ans avant Jésus-Christ; plusieurs datent de l'ère chrétienne; les deux dernières eurent lieu en 305 et 1302. Toutes ces laves, sorties par divers cratères, sont de composition très différente. L'île d'Ischia

est encore aujourd'hui le théâtre de phénomènes volcaniques.

M. Fuchs indique ensuite les résultats de ses recherches sur la structure de la lave. Celle-ci est formée d'une masse fondue, dans laquelle flottent de nombreux cristaux qui subissent, jusqu'au moment du refroidissement de la lave, des modifications mécaniques et chimiques. Ils sont roulés, usés, ils éclatent, ils sont attaqués chimiquement et subissent des altérations dans leur pesanteur spécifique. La lave elle-même présente des modifications de composition qui influent sur ces cristaux : on y observe des phénomènes d'oxydation et de réduction qui sont plus ou moins locaux, de sorte qu'une lave acide peut devenir basique, et que, dans une même coulée, la lave peut être acide en un point et basique en un autre. M. Fuchs a confirmé ses recherches par des expériences de laboratoire.

M. le professeur *Ch. Martins*, de Montpellier, décrit la formation de la plaine de la Camargue. Le Rhône ne charrie plus un seul caillou au delà de Beaucaire, mais seulement du sable et du limon qu'il dépose en arrivant à la mer, où le grand Rhône verse annuellement 17 millions de mètres cubes de limon, et le petit Rhône 4 millions. Aussi le bord de la mer, qui était à 24 kilomètres d'Arles 400 ans avant Jésus-Christ, en est maintenant à 50 kilomètres. Le terrain de la petite Camargue, où est Aigues-Mortes, a été déposé par le petit Rhône ; Aigues-Mortes a été fondée par Saint-Louis, en 1241, sur le bord du petit Rhône et n'a jamais été au bord de la mer, avec laquelle elle communiquait par des étangs et des canaux. On voit près de cette ville plusieurs an-

ciens cordons littoraux; les deux premiers sont formés d'un sable siliceux et reposent sur un lit de cailloux de quarzite, de variolite et autres roches alpines qui ont été charriées par la Durance. Le troisième ancien cordon littoral et celui qui existe actuellement ne portent aucune trace de ce dernier dépôt dont la formation s'explique par le fait qu'à l'époque romaine une branche de la Durance se jetait dans le Rhône à Arles, et que le petit Rhône entraînait les cailloux alpins jusqu'à Cette où il avait son embouchure (Ostium hispanense Rhodani).

Les marais salants sont des lagunes comprises entre les cordons littoraux et qui communiquent très irrégulièrement avec la mer; ils sont peu profonds, se remplissent d'eau douce au printemps et se dessèchent pendant l'été. M. Martins ajoute des détails intéressants sur les modifications que subit encore aujourd'hui la plage d'Aigues-Mortes et sur son avenir. Il parle également de la formation de la Crau qu'il regarde comme une conséquence de la fonte des grands glaciers alpins.

M. le professeur *Rutimeyer* explique le but de la constitution de la Société paléontologique suisse qui doit continuer les Matériaux pour la paléontologie de la Suisse publiés par F.-J. Pictet sous le nom de *Abhandlungen der Schweizerischen paleontologischen Gesellschaft;* le premier volume de cette publication paraîtra cette année.

M. Rutimeyer rend aussi compte des résultats des fouilles exécutées dans la caverne de Thäingen, dans le canton de Schaffhouse. Cette caverne a fourni un très grand nombre d'ossements qui se rapportent aux espèces suivantes : le renard très abondant; beaucoup d'ossements se rapportent à une espèce américaine *vulpes ful-*

cus, le loup, le chien (une mâchoire inférieure paraît appartenir aux chiens des Esquimaux), l'ours brun, le chat sauvage, le lion, la marmotte, le lièvre des Alpes (450 ex.), le renne, le bouquetin, le chamois, le cerf, le bison, le bœuf (*Bos primigenius* et *Bos taurus*), le cochon, le cheval, ce dernier est très commun ; on en trouve des dessins admirables sur des os, sur des ardoises et sur du lignite ; ils représentent une espèce un peu différente de la nôtre : l'éléphant commun (exemplaires jeunes et adultes), le rhinocéros (*R. etruscus*), des oiseaux (*Tetrao logopus, T. albus*). Il y a dans cette faune un mélange remarquable de types arctiques, méridionaux et américains.

On trouve dans cette caverne trois couches différentes ; mais elle a été exploitée sans méthode, et le partage des ossements entre elles présente des difficultés ; la couche inférieure, ou couche grise, est un lehm contenant *Elephas primigenius, Rhinoceros tichorinus, Gulo, Bos priscus ;* les deux couches plus élevées, formées de débris anguleux mêlés à des cailloux roulés, contenaient beaucoup d'ossements ; les restes d'industrie humaine se trouvent dans la plus inférieure des deux.

M. Rutimeyer distingue, dans la période quaternaire, une série d'époques diverses qui sont à partir de la plus ancienne :

I. Faune de Durnten (interglaciaire). Elephas antiquus, Rhinoceros Cervus, Bos primigenius Merkii.

II. Couche grise de Thäingen ; faune arctique.

III. Couche noire de Thäingen.

IV. Couche rouge de Thäingen.

III et IV sont post-glaciaires. La faune III a un type arctique et cosmopolite ; la faune IV un type cosmopo-

lite ; toutes deux sont remarquables par l'association d'espèces américaines.

V. Faune de Bellerive, alluvions de Bâle, *Bos primigenius, Cervus elephus ;* le renne y manque. II à V forment l'époque paléolithique, âge de la pierre non polie.

VI. Lacustres avec le bison, l'ours, le sanglier, le chevreuil, animaux domestiques.

VII. Lacustres récents ; période du bronze, se reliant à la période actuelle.

M. Rutimeyer fait remarquer la longueur et l'importance de cette époque quaternaire, qu'il regarde comme intimement liée à la période pliocène.

Une discussion s'engage entre MM. Rutimeyer et Renevier sur les éléphants fossiles trouvés en Italie et sur la correspondance des divers horizons indiqués avec les dépôts italiens. M. Rutimeyer rappelle qu'Escher regardait le gisement de Wetzikon comme intra-glaciaire. M. Studer doute qu'on ait reconnu le terrain glaciaire sous les lignites d'Utznach. M. Heim a observé directement le terrain erratique sous les lignites de Wetzikon.

M. Desor rappelle que la discussion sur la position des dépôts d'Utznach, de Durnten et de Wetzikon est très-ancienne, qu'il avait depuis longtemps l'opinion que ces lignites se sont déposés dans des bassins déjà façonnés par l'ancien glacier et que Escher et M. Heer ont eu beaucoup de peine à se ranger à l'opinion que ces lignites reposent sur le terrain glaciaire, opinion qu'ils ont constamment défendue depuis.

M. *Desor* présente des photographies des établissements lacustres que les travaux pour le desséchement partiel du lac de Bienne ont mis à découvert.

ZOOLOGIE et BOTANIQUE.

M. le Dr *F.-A. Forel*, de Morges, professeur à l'Académie de Lausanne, expose les résultats des recherches qu'il a poursuivies avec un zèle infatigable sur les animaux qui peuplent nos lacs. Il est arrivé à reconnaître l'existence de trois faunes différentes bien caractérisées :

1° Une faune littorale, la seule qui fût connue jusqu'à ces derniers temps.

2° Une faune profonde, représentée déjà par 30 à 40 espèces d'animaux qui sont tous de petite taille, de couleurs ternes et peu ou pas nageurs ; ce sont des Nématodes, nombreux en individus, mais d'espèces peu variées, qui vivent enfoncés dans le limon et ne sont sortis que par la drague ; des Chétopodes qui vivent également dans le limon, mais, au moyen des tubes dont ils sont munis, viennent respirer dans l'eau pure ; des Briozoaires qui ne quittent pas le fond de l'eau ; des Crustacés aveugles, et, enfin, des Turbellariés qui nagent librement.

3° Une faune « *pélagique,* » dont on ne connaît jusqu'à présent que huit à neuf espèces, très riches en individus. Tous appartiennent aux crustacés entomostracés : ce sont des animaux habiles nageurs, parfaitement hyalins à l'exception des yeux toujours vivement colorés, tous munis d'organes très-développés, soit en longueur, soit en largeur (balanciers), leur permettant de se mouvoir rapidement à la surface de l'eau. Pendant la journée, ces petits êtres se tiennent entre deux eaux, mais pendant la nuit ils montent à la surface, où on les prend toujours en grande abondance. M. Forel attribue cette particularité à la brise « de mer » qui souffle régulièrement tous

les jours; ces crustacés, organisés pour vivre en pleine eau, plongent pour éviter d'être rejetés dans la terre.

Ces espèces ont dû peupler nos lacs après la fin de la période glaciaire; toutes sont, par conséquent, «émigrées.» M. Forel pense qu'elles ont dû suivre le cours des ruisseaux, pénétrer graduellement dans les lacs et s'adapter peu à peu à mesure qu'elles s'éloignaient des côtes aux nouvelles conditions d'existence qui leur étaient faites. A deux exceptions près, elles appartiennent toutes à des genres représentés dans les faunes fluviales et littorales.

Dans la séance particulière des sections de zoologie et de botanique réunies, les communications suivantes ont été présentées :

M. le professeur *Rütimeyer* expose les résultats des fouilles qu'il a faites récemment dans la caverne de Thäingen (canton de Schaffhouse). Voyez le compte rendu à la section de géologie.

M. *Ph. de Rougemont* donne quelques détails sur les mœurs et l'anatomie du Cobitis fossilis, un des rares représentants européens d'une famille voisine des Cypriniens. Lorsque ce petit poisson se trouve plongé dans de l'eau ordinaire, il respire d'une façon parfaitement normale au moyen de ses branchies; mais la proportion de l'oxygène, renfermé dans le liquide (par exemple dans l'eau distillée), vient-elle à tomber au-dessous d'un certain minimum, il n'en est plus ainsi. On voit alors le Cobitis monter fréquemment à la surface pour avaler une gorgée d'air; en même temps, quelques bulles chargées d'acide carbonique s'échappent par l'ouverture anale. C'est donc ici le tube digestif lui-même qui remplit les fonctions d'organe respiratoire, et c'est dans les vaisseaux de ses parois que le sang vient chercher l'oxygène nécessaire à sa pu-

rification. Ce même tube digestif fonctionne aussi comme une vessie natatoire, en ce sens que dès qu'il est plein d'air, le poisson monte aisément à la surface, tandis qu'auparavant ce mouvement lui coûtait un effort. Quant à l'organe qu'ont décrit les ichtiologues comme vessie natatoire du Cobitis, c'est une petite boîte osseuse située sous la première vertèbre ; le faible volume d'air qu'elle peut contenir montre qu'elle ne fonctionne pas en cette qualité, mais uniquement comme chambre résonnante communiquant avec l'organe de l'ouïe proprement dit.

M. le docteur *Auguste Forel* expose le résultat de ses recherches sur l'anatomie microscopique des antennes des fourmis. Les articles basilaires présentent seuls des fibres musculaires; les autres sont entièrement remplis par une masse nerveuse et par une petite trachée respiratoire. Dans les 2 ou 3 articles supérieurs, les fibres nerveuses se terminent par des corpuscules composés d'une masse granuleuse; enfin, l'article terminal, lui-même, présente encore d'autres particularités : il est recouvert à l'extérieur de deux sortes de poils, les uns en forme de massue (Riechkolben de Siebold), les autres plus grêles, cylindriques, couchés dans de petites fossettes et présentant une double paroi. Dans l'intérieur de l'article, noyés dans la masse nerveuse, on remarque encore un certain nombre de corps chitineux, en forme de pyramide trigonale allongée, terminés au sommet en un tube qui vient s'ouvrir à la surface et par lequel l'air pénètre à l'intérieur de l'organe. En comparant ces particularités de structure avec les faits analogues observés chez d'autres insectes, il n'est pas possible d'admettre que ces pyramides chitineuses soient autre chose que les corpuscules terminaux des nerfs.

M. *Stierlin* annonce qu'il a continué, avec succès, à s'occuper des chenilles du Saturnia Pernyi dont il a entretenu la Société l'an passé à Schaffhouse. Les élèves de cet été ont parfaitement réussi. M. Stierlin ajoute quelques détails sur le mode d'élève suivi en Chine.

M. *Fréd. Roux* présente de nouveaux détails sur l'Asclepias syriaca dont il a déjà entretenu la Société l'année dernière. Cette plante vivace comparée au chanvre présente de nombreux avantages : elle s'accommode des terrains les plus ingrats et ne demande pas d'engrais; étant hermaphrodite, et non pas dioïque, elle fournit, sur une surface donnée, beaucoup plus de graines; enfin, le diamètre des tiges étant bien plus fort, chaque plante fournit une quantité plus considérable de matière textile. Elle commence à végéter vers la fin d'avril et fleurit au mois de juillet; elle réussit surtout bien dans les années un peu humides. La hauteur moyenne de ses tiges est de $1^{m},50$. M. Roux n'a pas encore eu l'occasion d'essayer la qualité du fil, mais les fibres fourniraient en tous cas une excellente matière pour la fabrication du papier. On peut encore citer à l'avantage de l'A. syriaca les deux faits suivants : les graines sont couronnées d'une longue aigrette soyeuse, très propre à rembourrer les coussins; enfin, les abeilles sont particulièrement friandes de la fleur.

M. *Marc Micheli* présente des rameaux fructifères du Ficus repens Roxb. et fait remarquer les deux points suivants : 1° Le Ficus repens ne produit, pour ainsi dire, jamais de fruits dans les serres chaudes où on le cultive habituellement. Les fruits présentés à la section ont été récoltés sur une branche qui avait pénétré par hasard dans une serre froide depuis la serre chaude attenante [1];

[1] Cette plante se trouve dans les serres de M. Paris, horticulteur, à Genève.

elle s'y est extraordinairement développée, tandis que la partie de la plante qui est restée dans la serre chaude n'offre aucune particularité de végétation. 2° Les rameaux fertiles diffèrent profondément des rameaux stériles, au lieu d'être grêles et grimpants comme eux, ils sont fermes et redressés. Les feuilles offrent également une surface près de 10 fois plus grande.

M. le professeur *Brügger* présente à la section des cônes provenant du Pinus Abies L. var. medioxima Heer. et présentant une curieuse monstruosité. Les écailles de la partie inférieure sont dans leur position normale, c'est-à-dire dirigées de bas en haut, tandis que celles de la partie supérieure sont complétement renversées. Ces cônes paraissent, au premier coup d'œil, provenir de la soudure accidentelle de deux inflorescences rapprochées par leur sommet. Mais cette explication n'est pas admissible, toutes les écailles portant la graine à leur face *supérieure* et les tours de spire étant continus de la base au sommet. La cause de cette anomalie ne peut donc pas être exactement indiquée. On a récolté, sur le même arbre, plus de trente exemplaires de ces cônes monstrueux[1].

M. Brügger montre également un échantillon d'un pain fait avec du blé originaire de Palestine et qui se distingue par une coloration bleue fort accentuée; ce blé était mélangé de beaucoup d'autres graines, parmi lesquelles quelques plantes européennes (Lolium temulentum, Agrostemma Githago, Saponaria vaccaria, etc), et une plante asiatique Cephalaria syriaca Schrad., qui paraît être la cause de la coloration du pain; elle lui com-

[1] Voyez la notice publiée sur ce sujet par M. le professeur Brügger dans les « Jahresberichte der naturforschenden Gesellschaft von Graubünden, 1873.»

munique en même temps des qualités malfaisantes. Le fait est remarquable, la famille des Dipsacées ne renfermant, en général, ni principes colorants, ni substances vénéneuses.

PHYSIQUE. CHIMIE. MATHÉMATIQUES.

Dans la première séance générale, M. le Dr *de Planta-Reichenau* a donné lecture d'un mémoire sur les abeilles et sur le miel envisagé au point de vue chimique. Ces recherches, poursuivies dans le laboratoire de M. le professeur Erlenmeyer à Munich, sont encore loin d'être terminées; le présent mémoire est plutôt destiné à exposer l'état actuel de la question qu'à communiquer des résultats positifs déjà acquis. Le but principal de l'auteur est de savoir si les produits de l'industrie des abeilles sont récoltés directement dans les plantes ou s'ils sont le résultat de transformations et de mélanges subséquents. Dans ce but, après avoir rappelé les traits généraux de l'organisation des ruches et la structure du corps de l'abeille, M. de Planta étudie successivement les trois substances qu'on rencontre dans les ruches, le pain de pollen, le miel et la cire.

Relativement au premier de ces produits, composé de pollen entassé dans les alvéoles et mélangé d'un peu de miel, la question posée n'a pu encore être exactement résolue. Il s'agit de savoir si l'abeille fait entrer dans la constitution du « Bienenbrod » la salive que sécrètent ses glandes céphaliques et qui se distigue par une action énergique sur les substances amylacées. M. de Planta est bien arrivé à reconnaître dans le « Bienenbrod » la présence de ferments qui transforment l'amidon en sucre; mais le pollen lui-même possédant dans une certaine mesure une

action analogue, la voie suivie jusqu'à présent n'a pas pu conduire à une solution précise du problème.

Le miel est en général dans les ouvrages d'apiculture assimilé au nectar des fleurs, et la présence de l'azote dans sa constitution chimique a été souvent mise en doute. M. de Planta en a analysé de nombreuses variétés et a constaté positivement la présence de l'azote sous trois formes différentes : une substance albumineuse qui se précipite sous l'influence de la chaleur, et deux autres corps, l'un soluble et l'autre insoluble dans l'alcool. La proportion totale de l'azote ainsi constitué s'élève à environ 0,0781 %. Quant à son origine, on retrouve dans le nectar des fleurs les deux combinaisons solubles et insolubles dans l'alcool, mais non pas le principe albumineux coagulable ; l'origine de celui-ci doit être cherchée dans l'abeille elle-même et probablement dans la salive mélangée au miel. Celui-ci se présente donc bien réellement sous la forme d'une substance nutritive et non plus seulement comme un hydrate de carbone propre à entretenir la respiration.

Quant à la cire, elle est, comme chacun le sait, produite par de petits organes placés sous les anneaux abdominaux de l'abeille ; l'analyse des rayons fournit toujours une proportion d'azote qui s'élève environ à 0,95 %, tandis que dans la cire purifiée, l'auteur en a trouvé 0,597 %. Une proportion de cet azote provient évidemment de la salive employée par l'abeille comme mortier dans la construction de ses alvéoles. Par des analyses répétées et des expériences de nourriture artificielle, l'auteur cherchera à se rendre compte de l'origine positive de la cire et à arriver ainsi à une vue plus exacte de sa vraie constitution chimique.

M. le professeur *Husemann* de Coire fait dans la séance des sections les communications suivantes : 1° Les eaux ferrugineuses mises en bouteilles ne renferment souvent plus de fer au bout d'un petit nombre de semaines ; le bicarbonate de fer se décompose et le métal se précipite sous forme d'oxyde hydraté ; peut-être serait-il possible de prévenir de pareils dépôts en mêlant à l'eau de l'acide citrique. 2° Le même orateur mentionne l'identité de certaines bases organiques et indique une nouvelle méthode pour déceler la présence de la morphine. 3° Il raconte un empoisonnement causé par de la pâtisserie enduite d'une couleur d'aniline qui renfermait de l'arsenic.

M. le professeur *Wartha* de Pesth a fait, sur la fermentation alcoolique, des expériences pour déterminer si sous l'influence de la diastase la totalité de la dextrine est transformée en sucre, et ensuite pour apprécier dans quelle proportion le sucre diminue, tandis que l'alcool augmente. Voici les résultats obtenus : pendant les premières heures de la fermentation, l'alcool augmente régulièrement et le sucre diminue de même ; bientôt la température s'élève à 33°. Les cellules de ferment commencent à se multiplier avec une grande rapidité, pour diminuer ensuite et disparaître peu à peu ; pendant cette période, la proportion d'alcool reste tout à fait stationnaire, mais en même temps des quantités notables de sucre sont directement employées par les cellules. La solution de gomme n'a jamais renfermé plus de 42 pour 100 de sucre.

M. Wartha expose encore des expériences faites sur la combustion dans un gaz raréfié ou condensé et exécutées dans un caisson métallique d'un nouveau pont sur le Danube, dans lequel l'atmosphère renfermait constamment une proportion trop forte d'acide carbonique. A mesure

que l'air se raréfiait, la flamme perdait de son éclat, et elle finit par être semblable à celle d'une lampe de Bunsen. Sous une pression de 2 atmosphères, la flamme devenait pointue et répandait une lumière rougeâtre.

D'après le même orateur, la teinture de tournesol ordinaire est toujours falsifiée avec de l'indigo, et renferme deux principes colorants l'*orséine* et le vrai tournesol très-délicat qui peut être employé au titrage des eaux de source.

M. le professeur *Burckhardt*, de Bâle, entretient la section de différents phénomènes optiques. Il décrit d'abord un disque sur lequel, au moyen d'une rotation rapide, on amène un jeu d'ombres qui donne l'illusion du relief. Il montre ensuite un disque coloré, sur lequel, d'après la méthode connue, on produit, par le mélange des couleurs, une nuance grise, parfaitement identique à celle qui résulte du mélange du noir et du blanc. En appliquant sur le premier un disque, muni de certaines entailles et en le faisant tourner, il produit le jeu des couleurs complémentaires.

M. le professeur *Hagenbach-Bischoff*, de Bâle, expose le robinet d'une pompe pneumatique à eau dont la bouche est combinée de façon à ce que l'eau, en s'écoulant, entraîne une aussi grande quantité d'air que possible. Parlant ensuite des paratonnerres, M. Hagenbach se prononce contre les pointes de platine qui sont mauvaises conductrices; il propose plutôt l'emploi d'une pointe composée de bas en haut de zinc, de cuivre et d'or pur qui, sans coûter plus cher que la précédente, remplirait mieux le but cherché.

M. le professeur *Schwartz*, de Zurich, démontre expérimentalement, au moyen de bulles de savon, les conclusions théoriques qu'il a émises dans un récent mémoire au sujet de la formation de surfaces minimales mises en regard de surfaces spiralées.

MÉDECINE.

M. le docteur *Auguste Forel,* médecin-adjoint à l'hospice des aliénés de Münich, présente des sections microscopiques du cerveau humain tout entier, comme aussi de celui de quelques animaux. Ces préparations ont été exécutées au moyen d'un nouveau microtome dû à M. le le professeur Gudden de Münich. Dans l'étude anatomique des organes nerveux centraux, les préparations microscopiques jouent un grand rôle, et les trois points suivants sont particulièrement importants :

1° Il faut avoir une série complète de sections longitudinales et transversales, se succédant à travers le cerveau tout entier. La moindre lacune pourrait se trouver précisément au point d'une ramification ou d'une flexion importante des filets nerveux et entraîner ainsi à des conclusions erronées.

2° Les sections doivent être assez minces pour admettre l'emploi de grossissements permettant de distinguer les cellules et les fibres nerveuses.

3° Il faut posséder une méthode de coloration qui rende distincts les cylindres axiles des fibres nerveuses, ainsi que les cellules des ganglions et leurs prolongements.

Les deux premières difficultés sont aisément surmontées par le microtome de M. Gudden ; pour la troisième, nous ne sommes pas encore aussi avancés.

Le nouvel instrument consiste en un cylindre de laiton creux, dont les bords supérieurs sont larges et aplatis ; à l'intérieur se meut, au moyen d'une vis micrométrique, un disque, de laiton également, court et massif, qui remplit exactement l'espace vide. Le cerveau est placé dans

l'intérieur du cylindre et fixé au moyen d'un mélange qui se solidifie par le refroidissement (par exemple, stéarine 15, graisse 12, cire 1). Un large couteau à deux mains, dont les faces sont évidées, glisse sur les bords supérieurs et permet d'enlever des sections extrêmement minces, à mesure que la vis micrométrique fait avancer la préparation. Mais le grand avantage de ce microtome est qu'il est fixé au milieu d'une table de métal, munie de rebords de deux pouces de hauteur, et remplie d'eau qui recouvre complétement l'appareil[1]. Les sections les plus minces, quelle que soit leur surface, nagent dans le liquide et ne se perdent ainsi jamais.

Des microtomes usités jusqu'à aujourd'hui dans un but analogue, celui de Welken permettait de travailler sous l'eau, mais ne donnait que des coupes d'une faible étendue; celui de Betz (exposé à Vienne, en 1873) a fourni les plus belles préparations connues, embrassant la surface entière du cerveau, mais il ne permet pas de travailler sous l'eau et surtout il ne peut pas donner une série complète de sections, mais seulement des images isolées; au moyen de ce nouvel instrument, un seul hémisphère humain a fourni dans le laboratoire de M. Gudden 700 coupes longitudinales, et le cerveau entier d'un petit singe 800. Les préparations sont colorées avec du carmin et conservées dans le beaume de Damar. Les travaux sont exécutés au moyen de trois microtomes de $0^{m},032$, $0^{m},065$, $0^{m},155$ de vide intérieur.

M. le docteur *Andeer*, de Bâle, lit l'introduction d'une étude sur les crânes du type rhétien, contribution à l'anthropologie et à l'ethnographie des Grisons.

[1] Ce microtome est fabriqué avec une grande perfection par M. Katsch, fabricant d'instruments à Munich.

M. le docteur *Kaiser*, de Coire, communique une statistique des aliénés dans le canton qu'il a établie sur la demande du gouvernement. Il y a aujourd'hui dans les Grisons environ 200 aliénés (sans compter les crétins): les femmes sont plus nombreuses que les hommes et les célibataires que les personnes mariées; quant à la profession, le plus fort contingent est fourni par les agriculteurs. Ces chiffres qui donnent aux Grisons un aliéné sur 461 habitants, le placent au onzième rang parmi les cantons suisses. Une faible proportion seulement de ces malades (15 $^1/_2$ $^0/_0$) reçoit dans les asiles un traitement rationnel, et le docteur Kaiser fait ressortir la nécessité pour le gouvernement de s'occuper de cette question. Il pense qu'il serait avantageux à tous les points de vue de fonder sur les bords du Rhin, dans le Domleschg (où le terrain n'est pas encore cadastré), un vaste asile, dans lequel les aliénés seraient occupés à la culture de la terre.

M. le docteur *Fetscherin*, de Berne, regrette que, dans le dernier recensement fédéral, les crétins n'aient pas été mentionnés sous une rubrique spéciale; certains cantons les ont rangés parmi les aliénés, d'autres pas; les comparaisons statistiques perdent ainsi beaucoup de leur précision. Quant à l'idée de la fondation d'un asile central pour les Grisons, il l'approuve complétement.

M. le docteur *Killias* lit une lettre dans laquelle le docteur Spengler, de Davos, expose ses vues sur l'influence de ce climat élevé dans les affections chroniques du poumon. Il pense que c'est surtout dans la régularisation des mouvements du cœur que cette action doit être cherchée; les battements deviennent plus réguliers, plus forts, plus complets, l'action chimique du poumon est

ainsi augmentée et la résorption d'anciennes exsudations rendu possible. Par contre, Davos serait fâcheux pour les maladies accompagnées de destruction d'une partie de la substance du poumon, de fièvre hectique, de regorgements de sang. Quant à l'influence bienfaisante d'un hiver passé dans ces hautes régions, le docteur Spengler pense qu'il faut la chercher dans le grand nombre de jours où le ciel est pur et le vent nul, et aussi dans la chaleur que communiquent à l'atmosphère les rayons du soleil réfléchis par les parois de rocher qui entourent la vallée.

M. le docteur *Lombard* pense que l'air raréfié des hautes vallées agit sur le corps humain de deux façons différentes. D'abord la diminution de pression tend constamment à chasser le sang du centre vers la périphérie, ce qui active la circulation. Ensuite la diminution de l'oxygène laisse une certaine quantité de carbone qui n'est pas brûlée et qui s'emmagasine dans les tissus. Ce fait ressort d'observations faites sur les hauts plateaux du Mexique, qui sont également le rendez-vous des poitrinaires de ces régions. Au point de vue thérapeutique, M. Lombard pense que la raréfaction de l'air agit directement sur le poumon, en y provoquant la formation d'un emphysème artificiel; par là les vaisseaux sont comprimés et la résorption d'exsudations inflammatoires facilitée.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

E. Edlund. Théorie des phénomènes électriques. (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Suède*, tome XII, n° 8.)

Les deux dernières années des *Archives des Sciences physiques et naturelles* renferment divers travaux de M. Edlund sur la nature de l'électricité. Ce savant vient de publier dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Suède* une notice fort étendue dans laquelle il donne l'exposé complet et systématique de ses vues théoriques sur l'électricité. Ce travail, présentant un grand nombre d'additions aux vues énoncées précédemment par M. Edlund sur cet important sujet, forme le complément indispensable des publications antérieures du même auteur; nous allons donc essayer d'en donner ici un court résumé en nous bornant pour cela à ses traits essentiels et renvoyant pour plus de détails à l'original[1].

L'auteur établit d'abord clairement la différence qui existe dans le courant galvanique entre la vitesse h, avec laquelle les molécules d'éther se meuvent, et la vitesse v avec laquelle ce mouvement se propage d'un point à l'autre. La vitesse h dépend de l'intensité du courant et augmente proportionnellement avec cette intensité. Elle peut donc avoir toutes les valeurs possibles, suivant les variations de l'intensité du courant. La vitesse v dépend par contre du rapport entre l'élasticité et la densité de l'éther, mais est indépendante de l'intensité du courant. C'est cette vitesse v que MM. Wheatstone, Fizeau, Gounelle, etc., ont essayé de mesurer par la voie expérimentale. C'est pour avoir négligé d'observer cette

[1] Des exemplaires à part de ce Mémoire sont en vente chez les éditeurs MM. Norstedt et fils, à Stockholm, et chez M. Brockhaus, à Leipzig.

différence entre les deux vitesses en question, que MM. Roiti et Herwig sont arrivés aux objections qu'ils ont cru pouvoir élever contre la théorie de M. Edlund.

Le travail précédemment publié contenait seulement la déduction théorique d'un cas spécial de la loi électrodynamique d'Ampère pour l'action mutuelle de deux éléments de courant. On trouve dans le mémoire actuel une déduction théorique de la formule générale d'Ampère. La loi de la division du courant galvanique entre plusieurs conducteurs, quand ces derniers contiennent des électromoteurs, a été de même établie théorétiquement. La loi connue de M. Kirchhoff, sur la division du courant, est donc un résultat immédiat de la théorie proposée par l'auteur.

Dans un précédent travail, M. Edlund avait déduit de sa théorie la loi de l'échauffement produit par le courant galvanique. Le mémoire actuel contient en outre une déduction théorique semblable de la loi de l'échauffement produit par la décharge d'une batterie électrique. La loi de la durée de la décharge a également été déduite de la théorie. Les résultats obtenus concordent avec ceux auxquels M. Riess est arrivé par la voie expérimentale. Comme l'auteur l'a démontré, il est facile d'expliquer, au moyen de sa théorie, la décharge oscillatoire d'une batterie, ainsi que les phénomènes de Peltier, avec les lois expérimentales admises pour ces deux phénomènes. Il en est de même des lois expérimentalement établies par M. Wiedemann pour le transport d'un liquide dans la direction du courant galvanique et pour les courants diaphragmatiques découverts par M. Quincke.

Quant à la rotation du plan de polarisation de la lumière sous l'action du courant, M. C. Neumann a démontré que ce phénomène peut s'expliquer d'une manière satisfaisante si l'on admet que les courants moléculaires d'Ampère agissent sur les molécules d'éther en vibration précisément de la même manière que si ces dernières étaient des molécules électriques. M. Neumann fonde sa démonstration sur la for-

mule donnée par M. W. Weber pour l'action d'un élément de courant sur une molécule électrique en mouvement. Or, comme d'après la théorie de M. Edlund le fluide électrique n'est rien autre que l'éther lumineux lui-même, il est évident que l'hypothèse de M. Neumann se confirme d'elle-même, vu que, d'après les vues de l'auteur, les courants moléculaires d'Ampère ne sont que de l'éther. Pour tirer parti de la démonstration de M. Neumann, il s'agit donc simplement pour l'auteur de démontrer que la formule de M. Weber se laisse déduire de sa théorie. Pour cela, M. Edlund a démontré aussi dans le mémoire en question la manière dont la formule de M. Weber peut être déduite de cette théorie.

L'exposé de la théorie de l'induction galvanique, donnée par l'auteur dans un memoire antérieur, a subi un remaniement essentiel, tout en reposant sur les mêmes bases qu'auparavant. La théorie de l'induction paraît y avoir gagné en clarté, et quelques thèses sans preuves, qui se trouvaient dans la rédaction primitive, ont disparu.

L'auteur dit à la fin de son mémoire que la théorie proposée par lui explique d'une manière satisfaisante tous les phénomènes électriques pour lesquels on peut exiger une explication exclusivement basée sur une théorie pareille. L'explication de plusieurs phénomènes exige évidemment la connaissance des lois d'autres forces que les forces électriques, vu que les premières se combinent avec celles-ci pour la production des phénomènes en question. A cette classe de phénomènes appartient le fait connu que quand un courant galvanique traverse successivement plusieurs électrolytes, les poids des éléments séparés sont entre eux comme leurs équivalents chimiques. Il faut, sans nul doute, pour la déduction théorique de cette loi, découverte par Faraday, une connaissance beaucoup plus exacte des forces chimiques que celle que nous possédons actuellement. Il est donc dans la nature même des choses qu'une loi pareille ne peut se déduire exclusivement d'une théorie des phénomènes électriques.

A. PAALZOW. UEBER DIE ELEKTROMOTORISCHE KRAFT VON FLUSSIGKEITEN. SUR LA FORCE ÉLECTROMOTRICE DES LIQUIDES. (*Poggendorff's Jubelband*, p. 643.)

A la suite de ses recherches sur la conductibilité des liquides[1], M. Paalzow a été amené à étudier les forces électromotrices qu'ils développent par leur contact entre eux, en partant pour cela de l'hypothèse fort probable que les plus fortes tensions doivent se produire au contact des plus mauvais conducteurs, comme cela a lieu dans l'électricité de frottement.

Cette opinion s'accorde avec le rôle que différents observateurs accordent à l'eau distillée. Contrairement aux idées de Worm-Müller[2], qui considérait l'eau distillée comme neutre par rapport aux autres liquides, M. du Bois-Reymond[3] a reconnu, en effet, que son introduction entre les éléments d'une pile à liquides produit, au contraire, le maximum de force électromotrice; Faraday[4] a trouvé que c'est l'eau distillée qui produit la plus forte tension par le frottement contre d'autres corps, et M. Quincke[5], que le courant produit par le passage d'un liquide au travers d'un diaphragme atteint sa plus grande intensité lorsque ce liquide est de l'eau distillée.

Dans la notice dont nous rendons compte ici, M. Paalzow traite avant tout de l'influence que la nature de la surface de contact des liquides exerce sur la force électromotrice. Les précédents expérimentateurs se sont toujours appliqués à opérer avec des surfaces nettes et bien tranchées qu'ils considéraient comme indispensables pour obtenir des résultats constants. M. Paalzow a d'abord réalisé cette condition dans une série

[1] Voyez *Archives*, 1869, tome XXXIV, p. 82.
[2] *Poggend. Annalen*, tome CXL, p. 380.
[3] *Reichert und du Bois-Reymond Archiv*, 1867, p. 453.
[4] *Exp. Res.*, série 18; *Pogg. Ann.*, tome LX, p. 319.
[5] *Pogg. Ann.*, tome CVII, p. 1 ; tome CX, p. 308.

d'observations qu'il a exécutées sur une pile à trois liquides, savoir, dissolution de sulfate de zinc, acide sulfurique hydraté et eau distillée. Ces liquides étaient placés dans cinq larges tubes en U, le premier, dans lequel plongeait une électrode en zinc, contenait du sulfate de zinc, le second du sulfate de zinc et de l'acide sulfurique, avec leur surface de contact dans la seconde branche verticale, le troisième de l'acide sulfurique et de l'eau distillée, avec leur plan de contact dans la seconde branche, le quatrième de l'eau et du sulfate de zinc, avec le plan de contact dans la première branche (la colonne d'eau distillée, présentant la plus grande résistance, était ainsi la plus courte), enfin le cinquième du sulfate de zinc dans lequel plongeait l'autre électrode également en zinc amalgamé. Ces tubes étaient reliés par des petits siphons remplis du même liquide. En versant avec précaution, à l'aide d'un entonnoir à très-petite ouverture, le liquide le moins dense sur le liquide le plus dense, on obtenait une surface de contact parfaitement tranchée. La mesure de la force électromotrice s'effectuait avec la méthode de compensation à l'aide d'une boussole de Wiedemann.

Lorsqu'après avoir compensé cette pile on détruisait l'un après l'autre les contacts tranchés et plans, en agitant avec une baguette de verre, l'état de repos de l'aiguille de la boussole n'était point modifié, d'où il résulte que *dans une pile à liquide la nature et l'état des surfaces de contact n'est d'aucune influence sur l'intensité de la force électromotrice produite.* A la surface de contact, il y a toujours mélange des deux liquides, et il n'y a pas, en effet, de motif *à priori* pour que l'étendue de l'intervalle dans lequel ce mélange a lieu, influe sur la force électromotrice produite.

Le courant de cette pile s'affaiblit graduellement par suite de l'action chimique qui se développe dans son intérieur, et en vertu de laquelle il se développe de l'acide sulfurique au premier contact ($ZnSO^5$ et SO^3HO), de l'eau au second, de l'acide sulfurique au troisième avec dépôt de zinc à une des électrodes, dissolution de ce métal à l'autre : il y a donc

transport d'acide sulfurique à travers l'eau et le sulfate de zinc qui réduit peu à peu la force électromotrice. En général, une pile à liquides ne peut avoir une force électromotrice constante que si les liquides renferment tous le même acide ou le même radical.

Cherchant où peut se trouver l'équivalent du dégagement d'électricité produit par cette pile, l'auteur montre qu'il ne peut être ni dans les effets calorifiques, ni dans les effets de diffusion qui s'y manifestent[1]. Aussi il incline à admettre pour la pile à liquides l'opinion de Nobili, à savoir que les courants produits par ces piles ont une origine analogue à celle des courants thermo-électriques, le travail du courant qu'elles engendrent ayant son équivalent dans la quantité de chaleur absorbée du dehors.

L'auteur est occupé à de nouvelles recherches en vue de confirmer cette manière de voir.

Prof. Osborne Reynolds. Sur la réfraction du son par l'atmosphère. (*Proceedings de la Société royale de Londres*, volume XXII, n° 152.)

Le but principal de ce travail a été de montrer que le son est réfracté de bas en haut par l'atmosphère par suite du

[1] L'auteur établit nettement la distinction entre les effets qui ne se produisent que lorsque le circuit est fermé et ceux qui se manifestent déjà lorsque la pile est encore ouverte. Il est évident que les premiers seuls représentent le travail fourni par le courant. A ce propos il cite une expérience intéressante au point de vue de la théorie de la pile. Avec une pile de Daniell à zinc non amalgamé, il a mesuré d'abord la perte de poids que subit le zinc pendant un temps donné, le circuit demeurant ouvert; puis il a mesuré cette diminution de poids dans le même temps en fermant le circuit avec un voltamètre à sulfate de cuivre, et il a observé que la différence entre ces deux pertes de poids est presque exactement égale à l'équivalent en zinc du cuivre déposé dans le voltamètre. Il conclut de là que la dissolution purement chimique, qui s'accomplit indépendamment du travail du courant, est la même lorsque le circuit est fermé que lorsqu'il est ouvert.

décroissement de la température à mesure qu'on s'élève. L'auteur pense expliquer ainsi plusieurs phénomènes relatifs à la transmission du son, et plus particulièrement les observations récentes de M. le professeur Tyndall faites au South Foreland[1].

M. Reynolds examine d'abord l'effet du vent sur la transmission du son, et montre que cet effet est dû au soulèvement des ondes sonores, et nullement à leur destruction, comme on le pense généralement. Le soulèvement des ondes serait dû à la différence avec laquelle l'air se meut à la surface de la terre comparée à cette même vitesse à une certaine élévation. Lorsqu'il fait du vent, l'air se meut plus vite en haut qu'en bas ; il en résulte que les ondes sonores doivent se propager contre le vent avec une vitesse plus grande dans les régions inférieures que dans les régions supérieures. L'effet d'un vent contraire serait donc de réfracter les ondes sonores de façon que les « rayons » de son, au lieu d'être transmis horizontalement le long de la surface du sol, seraient soulevés de bas en haut suivant une direction circulaire ou plutôt hyperbolique, de manière à passer au-dessus de la tête de l'observateur. L'auteur énumère plusieurs expériences faites dans le but d'établir cette théorie, et qui l'ont conduit aux conclusions suivantes :

1° La vitesse du vent au-dessus d'une surface gazonnée est deux fois plus grande à la hauteur de huit pieds, qu'à celle d'un pied au-dessus du sol. Dans le cas d'une surface de neige, cette différence est un peu moins grande.

2° Lorsque le temps est parfaitement calme, les ondes sonores, qui passent au-dessus d'une surface raboteuse, sont en partie détruites par l'action de cette surface. Il en résulte que dans ce cas le son est moins intense à la surface du sol qu'à une certaine élévation.

3° Dans le cas d'un vent contraire à la direction du son, les ondes sonores sont soulevées et non détruites, car il

[1] Voyez *Archives*, février 1874, tome XLIX, p. 146.

suffit de s'élever jusqu'à une certaine hauteur pour entendre le son distinctement.

4° Dans le cas d'un vent soufflant dans la même direction que le son, les ondes sonores sont ramenées de haut en bas, de manière à contre-balancer l'effet des inégalités du sol. Il en résulte, contrairement aux expériences de Delaroche, que la distance à laquelle on perçoit un son à la surface du sol est plus grande lorsque le vent souffle dans la même direction, que lorsqu'il souffle perpendiculairement à cette direction, ou lorsqu'il n'y en a point. L'auteur cite une expérience où un son a pu être entendu à toute élévation à la distance de 330 mètres par un vent favorable, tandis que ce même son ne pouvait être perçu, par un observateur debout, au delà de 174 mètres lorsque le vent soufflait perpendiculairement à la direction des ondes sonores. Lorsque le vent était directement contraire, le son ne pouvait plus être perçu au delà de 28 mètres à la surface du sol, et au delà de 64 mètres à hauteur d'homme : enfin, à une élévation de 10 mètres, il s'entendait distinctement à 146 mètres et au delà.

Suivant M. Reynolds, les résultats de toutes ces expériences concordent assez avec sa théorie pour la justifier pleinement. Si maintenant on admet qu'un vent contraire tend à soulever les ondes sonores, de manière à rendre un son donné imperceptible dans le voisinage du sol, il s'ensuit que toute autre cause de nature à produire une différence, suivant la hauteur, dans la vitesse de transmission du son, devra soulever les ondes de la même manière. C'est ainsi que toute diminution dans la température de l'air doit tendre à produire un effet analogue, puisqu'il résulte des observations de M. Glaisher qu'un accroissement de 1 degré centigrade entre zéro et 21 degrés ajoute près de deux pieds par seconde à la vitesse du son. Les observations du même M. Glaisher, faites pendant ses nombreuses ascensions en ballon, tendent aussi à montrer que lorsque le soleil luit par un temps serein, la diminution dans la température de l'air à mesure qu'on s'élève est d'environ 0°,55 C. pour chaque cent pieds.

et de 0°,27 seulement si le temps est couvert. L'auteur en conclut, que les rayons sonores horizontaux seront réfractés de bas en haut suivant des circonférences de cercle dont les rayons seraient de 110,000 pieds anglais par un ciel serein, et de 220,000 par un temps couvert. En d'autres termes, l'effet de la réfraction par un temps chaud et serein serait le *double* de ce qu'il est par un temps couvert.

M. Reynolds montre ensuite par le calcul que la réfraction la plus forte, savoir celle qui a lieu lorsque le rayon du cercle est de 110,000 pieds, suffit pour rendre un son provenant d'une falaise haute de 230 pieds complétement imperceptible sur le pont d'un vaisseau éloigné de 3 kilomètres; tandis que lorsque la réfraction est à son minimum, le rayon du cercle étant de 220,000 pieds, ce qui a lieu lorsque le temps est couvert, le son doit s'entendre encore à la distance de 4 kilomètres, et dans certaines circonstances exceptionnelles plus loin encore. L'auteur en conclut que les résultats obtenus par M. Tyndall, en juillet 1873, savoir, que par un temps chaud et serein les sons provenant de canons tirés sur des falaises de 225 pieds de haut, ne pouvaient s'entendre en mer au delà de 3 $^1/_4$ kilomètres, tandis que par un temps couvert ces mêmes sons s'entendaient à une distance de plus de 5 kilomètres, étaient dus, non à la réflexion du son par des particules de vapeur invisible, mais bien à ce que les ondes sonores étaient soulevées au-dessus de la tête de l'observateur par suite de leur réfraction. Il est probable, ajoute M. Reynolds, qu'en montant jusqu'au sommet du mât de son bateau, M. Tyndall aurait vu s'étendre de quelques centaines de mètres la limite des sons perceptibles.

A.-W. Wright. On the spectrum of zodiacal light. Sur le spectre de la lumière zodiacale. (Extrait de *Americ. Journal*, juillet 1874.)

Nous avons déjà rendu compte des observations de M.

Wright [1] sur la polarisation de la lumière zodiacale. Ayant trouvé que cette lumière est constamment polarisée dans un plan passant par le Soleil, il en a conclu naturellement qu'elle émane de cet astre et qu'elle nous est transmise par réflexion à la surface de corps solides répandus dans l'espace. Ses nouvelles observations confirment cette manière de voir en établissant les points suivants :

1° Le spectre de la lumière zodiacale est continu et sensiblement le même que celui de la lumière solaire faible ou du crépuscule.

2° Aucune raie ou bande brillante ne peut être reconnue comme appartenant à ce spectre.

3° Il n'existe aucune preuve d'une relation entre la lumière zodiacale et l'aurore boréale.

On comprend les grandes difficultés pratiques qu'il a fallu surmonter pour arriver à étudier des spectres aussi faibles que ceux de la lumière zodiacale et du crépuscule. Il s'agissait, en effet, d'arriver à déterminer avec une précision suffisante la position de leurs raies caractéristiques sans l'aide d'aucune clarté étrangère qui les aurait rendus invisibles.

M. Wright s'est servi, dans ce but, du spectroscope de Dubosq modifié de la façon suivante :

« La courte monture, dit-il, qui réunit l'oculaire au tube mobile de la lunette est remplacée par une autre pièce munie de chaque côté d'une ouverture étroite. Dans cette ouverture, et perpendiculairement à l'axe du tube, s'adapte solidement un petit cadre rectangulaire portant deux diaphragmes mobiles à volonté au moyen de vis passant par ses extrémités. Ce cadre est assez long pour permettre au diaphragme de parcourir la totalité du champ de l'instrument. Les bords intérieurs des diaphragmes sont taillés de manière à former deux lignes droites perpendiculaires à la direction de leur mouvement. Ajustés au foyer même de l'oculaire, ils se projettent sur l'échelle en deux lignes nettement définies que

[1] Voyez *Archives*, juillet 1874, tome L, p. 306.

l'on peut rendre parallèles aux raies du spectre en tournant convenablement le tube. Comme ces raies sont légèrement courbes, par suite de leur passage au travers du prisme, il convient de placer l'échelle au milieu du champ et de prendre les mesures à partir du milieu des diaphragmes. On a aussi, dans quelques cas, diminué la longueur de la fente de manière à rendre négligeable cette courbure des raies.»

Avec cet appareil, et en prenant d'ailleurs toutes les précautions déjà indiquées dans son précédent mémoire pour conserver à l'œil toute sa sensibilité, M. Wright n'a pu découvrir aucune différence entre le spectre de la lumière zodiacale et celui du crépuscule. C'est d'ailleurs ce qui ressort pleinement des dessins dont sa nouvelle communication est accompagnée. En revanche, l'apparition fréquente dans le spectre zodiacal d'une bande brillante, coïncidant tout à fait avec celle de l'aurore boréale, semblerait indiquer, au premier abord, une analogie entre ce météore et la lumière zodiacale. Après un grand nombre d'observations, M. Wright est cependant arrivé à constater que cette bande ne se montre jamais que lorsqu'il existe dans le ciel une véritable aurore et qu'elle n'appartient, par conséquent, en aucune façon au spectre zodiacal.

W. DE BEZOLD. UEBER BINOCULARE FARBENMISCHUNG. SUR LE MÉLANGE DES COULEURS DANS LA VISION BINOCULAIRE. (*Pogg. Jubelband*, p. 585.)

L'auteur a réussi à éclaircir et à concilier les observations divergentes de différents auteurs sur les couleurs de mélange qui se produisent lorsque les deux yeux reçoivent de la lumière de couleurs différentes. Les uns, comme Dove ou Ludwig, affirment de la manière la plus positive qu'il est possible d'obtenir une couleur combinée par la fusion binoculaire de deux images de couleurs différentes, tandis que Funke, Helmholtz et d'autres avancent précisément le contraire. Suivant l'auteur, la teinte combinée s'obtient lors-

qu'avec une seule et même accomodation les surfaces de couleurs différentes se trouvent toutes deux à la distance de la vision distincte. Quand ce n'est pas le cas, il y a lutte entre les deux champs visuels. et c'est alors la couleur de l'une ou de l'autre des deux images qui l'emporte. W.

R. Böttger. Ueber Aufbewahrung, etc. Sur la conservation et les propriétés d'une plaque de palladium saturé d'hydrogène par voie électrolytique. (*Poggend. Jubelband.* p. 150.)

L'auteur a trouvé que ce n'est qu'après avoir été chauffée au rouge qu'une plaque de palladium. chargée d'hydrogène par l'électrolyse, perd l'hydrogène qu'elle retenait par occlusion. On le reconnaît facilement en plongeant la plaque dans une dissolution de ferridecyanure de potassium. Aussi longtemps. en effet. qu'il se trouve encore de l'hydrogène à la surface du palladium, on observe la réduction du ferridecyanure en ferrocyanure. lequel se reconnaît facilement à l'aide des propriétés des sels d'oxydule de fer.

Outre le palladium, il y a encore d'autres métaux qui absorbent ainsi l'hydrogène électrolytique, ainsi le nickel, le zinc et le cobalt.

Lorsqu'une plaque de palladium est recouverte de noir de palladium, il se sature beaucoup plus rapidement d'hydrogène. Si on enveloppe le palladium ainsi saturé dans du coton-poudre. celui-ci fait explosion au bout d'un petit nombre de secondes. et la plaque brûle pendant cinq à six minutes avec une flamme d'un faible éclat.

Une plaque de palladium, chargée d'hydrogène et laissée à l'air perd avec le temps le gaz occlus. Placée sous de l'eau dépourvue d'air, sous de l'alcool ou de l'éther absolu. elle perd d'abord une partie de son hydrogène avec effervescence. mais conserve le reste sans changement apparent. W.

J.-C. MAXWELL. UEBER DOPPELBRECHUNG, etc. DOUBLE RÉFRACTION DANS UN LIQUIDE VISQUEUX EN MOUVEMENT. (*Pogg. Ann.*, 1874, tome CLI, page 151.)

D'après la théorie de Poisson, un liquide visqueux se comporte comme un corps élastique qui, alternativement se fond et se resolidifie; lorsqu'il est en mouvement, il se développe dans son intérieur des tensions analogues à celles qui se produisent dans le verre refroidi subitement. M. Maxwell a reconnu l'existence de ces tensions à l'aide de la lumière polarisée. Le liquide à étudier était placé dans un vase à fond de verre, et l'on faisait tourner rapidement dans son intérieur un cylindre massif. Un faisceau de lumière polarisée. ayant traversé le liquide parallèlement à l'axe de rotation, donnait la double réfraction dans le cas où ce liquide était du baume du Canada très-visqueux, mais point avec des dissolutions de gomme et de sucre.

Pour observer ce phénomène avec d'autres corps, le liquide fut introduit dans une bouteille carrée, à travers laquelle on faisait passer un faisceau vertical de lumière polarisée. Si l'on plonge alors dans le liquide, dans un plan vertical passant par l'œil, une spatule à laquelle on donne un mouvement de va-et-vient de haut en bas, il se produit une dépolarisation. Si on déplace la spatule dans un plan formant un angle de 45° avec le plan de polarisation, la lumière reste polarisée comme le veut la théorie. La tension cesse avec le mouvement, mais on n'a pas pu déterminer le temps nécessaire pour qu'elle cesse complétement. Celui-ci doit d'ailleurs être d'autant plus long que la tension était plus forte. W.

H.-C. VOGEL. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN CHEMISCHER WIRKUNG, etc. RELATIONS ENTRE L'ACTION CHIMIQUE DU SPECTRE SOLAIRE, L'ABSORPTION ET LA DISPERSION ANOMALE. (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, tome VII, p. 976; *Naturforscher*, tome VII, p. 377.)

M. Vogel avait déjà signalé précédemment ce fait fort re-

marquable qu'en présence d'une substance colorante qui absorbe spécialement certaines radiations lumineuses, le bromure d'argent subit, de la part de ces radiations-là, une action chimique plus énergique. L'addition d'une certaine quantité de rouge de naphtaline, par exemple, au collodion employé à la préparation d'une plaque sensible au bromure d'argent augmente l'action de la lumière à la place occupée par une bande obscure, lorsqu'on fait tomber sur elle le spectre solaire.

Dans la notice dont nous rendons compte ici, M. Vogel montre l'influence que la proportion de matière colorante exerce sur l'intensité du phénomène. En comparant entre elles quatre plaques sensibles auxquelles il avait ajouté 7, 14, 28 et 56 gouttes de rouge de naphtaline, il a reconnu que l'action de cette substance est d'autant plus marquée qu'elle est en moindre quantité. Ce fait a été constaté avec d'autres matières colorantes.

L'auteur explique ce paradoxe apparent de la manière suivante : si la couche de collodion qui recouvre le bromure d'argent présente une coloration très-intense, les radiations correspondant aux bandes d'absorption auront été presque entièrement absorbées avant d'avoir atteint les molécules colorées qui sont en contact avec la substance sensible, ces molécules ne vibreront que faiblement ; si, au contraire, la couche de collodion présente une coloration peu intense, les radiations parvenues à sa face inférieure possèdent encore la faculté d'imprimer un mouvement vibratoire très-intense aux molécules qui s'y trouvent, et avec elles aux molécules voisines de bromure d'argent.

La teinture du collodion ne produit pas seulement une augmentation d'action chimique à la place où se trouve la bande d'absorption, mais aussi une diminution notable de l'action chimique des radiations voisines plus réfrangibles. Ainsi les plaques de bromure d'argent additionnées de rouge de naphtaline sont plus sensibles pour le jaune, mais moins sensibles pour le vert et le bleu clair que le bromure seul.

Cette observation doit être rapprochée de celle de M. Kundt, qui a constaté, avec les substances à dispersion anomale, une diminution de l'indice de réfraction dans la portion immédiatement voisine d'une bande d'absorption du côté du violet. Il semblerait donc que l'action photographique dépend de la vitesse de la lumière dans les milieux excitables.

CHIMIE.

Prof. Dr V. Meyer[1]. Les combinaisons nitrées de la série grasse. (*Die Berichte der deutschen chem. Gesellschaft*. 1873.)

M. le professeur V. Meyer a continué ses intéressantes recherches sur les propriétés et la constitution des acides nitroliques.

Lorsqu'on ajoute le nitrite de potasse à une solution de nitroéthane dans la potasse, il ne se forme pas de réaction : il faut additionner le mélange d'un acide, et tout aussitôt une vive coloration rouge se produit, qui est le signe certain de la formation d'un sel de l'acide nitrolique. C'est donc l'acide nitreux, mis en liberté par un acide plus fort, qui réagit sur le nitroéthane, et il était à croire que l'acide nitreux libre (fourni par HNO_3 sur As_2O_3), conduit dans du nitroéthane sec ou en présence de l'eau, donnerait pareillement naissance à l'acide éthylenitrolique.

Cette prévision ne s'est pas réalisée : l'acide nitreux, conduit dans du nitroéthane, ne donne pas de traces d'acide nitrolique.

Il est peut-être possible d'expliquer ce fait par la différence de constitution de l'acide nitreux et de ses sels.

L'anhydride nitreux $O<^{NO}_{NO}$, ainsi que son hydrate $O=N-OH$, donnent, avec l'alcool, l'éther de la formule $O=N-OC_2H_5$ et non pas $\left.\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right>N-C_2H_5$, tandis qu'il est au

[1] En collaboration avec MM. J. Locher, E. Demole, J. Tscherniak.

contraire probable que le nitrite de potasse est $\begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix} \rangle N-K$.
Ce dernier, au moment de sa décomposition par un acide, se transforme alors en l'hydrate $\begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix} \rangle N-H$, propre à additionner le nitroéthane avec élimination d'eau. D'après cette hypothèse, il est aisé de concevoir comment l'acide nitreux (pas plus que son anhydride) ne peut donner d'acide nitrolique avec le nitroéthane.

Si l'acide éthyle nitrolique a pu être obtenu parfaitement pur et en gros cristaux mesurables, il n'en a pas été de même pour ses sels.

Les sels alcalins, tous colorés en rouge, ne sont pas séparables de l'excès de carbonate alcalin, et si, au contraire, c'est l'acide nitrolique qui est en excès, et qu'on veuille enlever cet excès par l'éther, on retrouve encore une certaine quantité de carbonate alcalin non altéré.

La titration ne fournit pas de meilleurs résultats conduisant à la basisité de cet acide, car la moindre trace d'alcali qu'on y ajoute donne, comme on le sait, naissance à une vive coloration rouge. Si l'acide éthylenitrolique n'était pas si cher, cette propriété le rendrait même très-utile pour déceler les plus faibles traces de la présence d'un alcali.

Quant aux sels des métaux lourds, ils sont si peu stables qu'on ne peut songer à les analyser. Il résulte de ces faits que la basisité de l'acide éthylenitrolique n'est pas encore connue.

Cet acide, porté à la température de 81°–82° fond et commence à se décomposer; cette décomposition se poursuit alors sans le secours de la chaleur. Il se dégage de l'hypoazotide, de l'azote, et il reste un liquide qui n'est autre que l'acide acétique avec une faible quantité d'un corps blanc non étudié:

$$2\,C_2H_4N_2O_3 = 2\,C_2H_4O_2 + NO_2 + N_3.$$

Bouilli avec les alcalis, il donne les mêmes produits.

Abandonné à lui-même pendant deux mois, il se scinde également comme sous l'influence de la chaleur.

Établir la constitution d'un corps qui, dès 81° commence à se décomposer, n'est pas chose facile.

M. V. Meyer a eu recours pour cela à l'action de l'hydrogène naissant produit par l'amalgame de sodium. La réaction est très-vive et demande à être conduite avec précaution.

Il se forme ainsi de l'ammoniaque, de l'acide acétique et de l'acide nitreux :

$$C_2H_4N_2O_3 + H_2 + H_2O = C_2H_4O_2 + HNO_2 + NH_3.$$

L'action de l'acide sulfurique est fort nette : elle se fait sans le secours de la chaleur : il se dégage en abondance un gaz rallumant les corps presque éteints, et qui n'est autre que le protoxyde d'azote, puis il reste de l'acide acétique:

$$C_2H_4N_2O_3 = C_2H_4O_2 + N_2O.$$

Ces diverses réactions conduisent M. Meyer à admettre dans cet acide le groupe acétyle $\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CO \end{matrix}$ provenant de l'oxydation dans le nitroéthane du groupe éthyle $\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_2 \end{matrix}$.

Dès lors les hydrocarbures nitrés de la série grasse, renfermant le groupe CH_2NO_2, devront tous pouvoir donner un acide nitrolique, de même que les alcools de la même série, renfermant le groupe $\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_2 \end{matrix}$, peuvent tous donner un acide gras.

Pour venir à l'appui de cette théorie, M. Meyer a préparé l'acide propylenitrolique, homologue supérieur de l'acide éthylenitrolique, et qui se rapproche de ce dernier par un mode de formation et de propriétés fort semblables. Cet acide fond à 60° sans se décomposer de suite comme le précédent : il donne naissance néanmoins, si on le maintient à cette température, à de l'acide propionique, à de l'hypoazotide et à de l'azote.

L'acide sulfurique agit comme sur le précédent. Voilà donc l'exemple de deux hydrocarbures nitrés primaires, le nitroéthane et le nitropropane, renfermant tous deux le groupe CH_2NO_2 et donnant chacun un acide nitrolique.

Mais les hydrocarbures nitrés de la série grasse n'ont pas tous même constitution ; si la plupart sont primaires, et renferment le groupe CH_2NO_2, l'on en connaît aussi de secondaires possédant le groupe $CHNO_2$. Or, ces derniers pourront-ils également donner des acides nitroliques ?

M. Meyer a tranché négativement cette question :

Il est parti du pseudonitropropane $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CHNO_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$ et l'a traité d'abord par la potasse, puis par le nitrite de potasse, et enfin par un acide. Il ne se produit pas de coloration rouge, mais bien une coloration bleue, en même temps qu'il se forme un corps solide blanc, qu'on décolore complètement en le lavant à la potasse, puis à l'eau. Cristallisé de l'alcool, ce corps donne à l'analyse la formule brute $C_3H6N_2O_3$. Cette formule est aussi celle de l'acide propylenitrolique, mais les propriétés de ces deux isomères sont toutes différentes ; en vertu de ces dissemblances, M. Meyer nomme *Pseudonitrols* les composés de cette nouvelle classe, produits par l'action de l'acide nitreux sur les corps nitrés secondaires, et dans le cas présent, le premier terme de cette série reçoit le nom de propyle-pseudonitrol. C'est un corps remarquablement neutre : il est insoluble dans l'eau et les alcalis, presque insoluble dans l'éther : il se dissout dans l'alcool chaud et le chloroforme avec *une magnifique couleur bleue*, et cristallise de cette solution en cristaux parfaitement blancs.

Chauffé à 76°, il fond en un liquide bleu et ne tarde pas à se décomposer.

L'amalgame de sodium n'agit sur lui ni en présence des alcalis ni en présence des acides, mais bien sur sa solution

alcoolique bleue; cette dernière est alors décolorée, et il reste un sel blanc ainsi que du nitrite de soude.

Chauffé avec l'acide sulfurique, le pseudonitrol dégage un gaz qui éteint les corps en combustion. Les alcalis à chaud donnent naissance à de l'azote, et il reste un corps soluble renfermant beaucoup de nitrites alcalins.

D'après ces réactions, on ne sait encore rien sur la constitution du propyle-pseudonitrol. Il est à croire que l'étude de ses homologues supérieurs nous en apprendra davantage[1].

Si les corps nitrés primaires donnent chacun un acide nitrolique, et les corps nitrés secondaires un pseudonitrol, ces deux séries parallèles donnent aussi chacune des dérivés bromés, et la nature de ces derniers fournit de précieux renseignements sur la constitution du corps nitré primitif.

Ainsi, sur un corps nitré primitif comme $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ NO_2 \end{array}$, le brome donne deux corps nouveaux, un monobromure $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CHB_2 \\ | \\ NO_2 \end{array}$ et un dibromure $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CBr_2 \\ | \\ NO_2 \end{array}$.

Le monobromure est un acide énergique, soluble dans les alcalis avec production de chaleur.

Le dibromure est parfaitement neutre, et nullement soluble dans les alcalis.

[1] M. Meyer a annoncé dernièrement qu'il va proposer une nouvelle constitution pour les acides nitroliques, car il est arrivé à leur synthèse au moyen du dibromnitromethane et de l'hydroxylamine. Aussi la constitution de ces acides paraîtra-t-elle dans un prochain extrait.

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CHNO_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

Sur un corps nitré secondaire, comme $CHNO_2$ (ci-dessus), le brome ne donnera qu'un monobromure, lequel sera neutre.

En bromant donc un corps nitré quelconque de la série grasse, et en examinant le nombre des bromures et leurs propriétés, on voit de suite si l'on avait à faire à un corps primaire ou à un corps secondaire.

En résumé, nous possédons maintenant trois moyens certains pour connaître la constitution des hydrocarbures nitrés.

1° La réduction par l'hydrogène, c'est-à-dire la transformation du groupe NO_2 en NH_2, d'où prend naissance une amine aisément reconnaissable.

2° L'action de l'acide nitreux et de la potasse sur le corps nitré, qui donne naissance à un acide nitrolique ou à un pseudonitrol.

3° Les dérivés bromés dont le nombre et la nature neutre ou acide indiquent sûrement combien d'hydrogènes étaient primitivement placés dans le voisinage de NO_2.

Ces trois moyens ont été dernièrement encore employés dans le laboratoire de M. Meyer pour arriver à la constitution du nitrobutane.

On connaît quatre hydrocarbures de la série butylique possédant tous la formule C_4H_{10}, et qui pourront avoir quatre dérivés nitrés dont les formules seront :

$$\begin{array}{cccc} I & II & III & IV \\ CH_3 & CH_3CH_3 & CH_3 & CH_3CH_3 \\ | & \diagdown\diagup & | & \diagdown\diagup \\ CH_2 & CH & CHNO_2 & CNO_2 \\ | & | & | & | \\ CH_2 & CH_2NO_2 & CH_2 & CH_3 \\ | & & | & \\ CH_2NO_2 & & CH_3 & \end{array}$$

Les deux premiers (I et II) sont primaires, car ils possè-

dent le groupe CH_2NO_2, mais le premier est normal, et le second appartient à la série dite « Iso : » le troisième est secondaire à cause de son groupe $CHNO_2$, et le quatrième tertiaire par son groupe CNO_2. On a préparé, au moyen de l'alcool isobutylique, un nitrobutane qui, selon toute probabilité, devait avoir la constitution de l'isonitrobutane (n° II). Néanmoins la chose était indécise, et il importait de la trancher. Ce nitrobuthane donna par la potasse le nitrite de potasse et l'acide sulfurique, un acide butylnitrolique ; donc il appartient à une des deux séries primaires I ou II. Ce fait fut confirmé par la formation de deux dérivés bromés. Par réduction avec l'hydrogène, le nitrobutane donna l'*isobutylamine*, et l'acide butylenitrolique avec l'acide sulfurique fournit l'acide isobutyrique. Ce nitrobutane était donc bien l'*isonitrobutane* (II).

Il est à remarquer qu'à mesure qu'on s'avance dans la série grasse, les corps nitrés se forment en quantités de plus en plus faibles ; tandis que le nitrométhane s'obtient presque d'après les nombres théoriques, le rendement du nitrobutane est fort mauvais ; l'on n'en reçoit que le 15 pour 100 de la théorie.

En outre, le rendement des corps nitrés secondaires est plus mauvais que celui des primaires, et quant aux tertiaires, ce n'est qu'en fort petites quantités qu'on les obtient.

E. D.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Dr Blake. On the connection, etc. Sur le rapport qui existe entre l'isomorphisme, le poids atomique et l'action physiologique. (Extrait de *Americ. Journal*, mars 1874.)

Dans un précédent mémoire, lu en 1841 devant la Société royale, M. le Dr Blake avait déjà signalé le rapport qui existe entre l'action physiologique de diverses substances et leur poids atomique. Il vient de publier les résultats de nouvelles

recherches qui complètent et semblent confirmer ceux qu'il avait déjà obtenus. Suivant lui, l'action physiologique des substances injectées dans le sang dépend à la fois du groupe isomorphe auquel elles appartiennent et du poids atomique de leur élément électro-positif. Cette relation est telle que les substances d'un même groupe isomorphe ont, en général, une action analogue dont l'intensité augmente avec leurs poids atomiques.

Il n'en est plus de même lorsqu'on compare des substances appartenant à des groupes isomorphes différents. Ainsi le beryllium, avec un poids atomique égal à 9, est beaucoup plus actif que le strontium dont le poids atomique est 87, mais dont les sels rentrent dans un autre groupe isomorphe.

On voit que l'intensité de l'action physiologique est, en quelque sorte, inverse de l'intensité de l'action chimique. Les équivalents chimiques, en effet, augmentent avec les poids atomiques, tandis qu'une même action physiologique correspond, pour diverses substances, à des quantités d'autant plus faibles que les poids atomiques de ces substances sont plus grands.

R. HEIDENHAIN. QUELQUES RECHERCHES SUR LES GLANDES SALIVAIRES. (*Pflüger's Archiv*, t. IX, p. 335, septembre 1874.) — E. HARNACK. UEBER, etc. ACTION DE L'ATROPINE ET DE LA PHYSOSTIGMINE SUR LA PUPILLE ET LE COEUR. (*Archiv für Exper. Pathologie*, juillet 1874.)

Dans un premier travail (*Archives*, tome XLVII, page 162), M. Heidenhain a décrit des propriétés antagonistes entre la fève de Calabar et l'atropine. La corde du tympan, paralysée par l'atropine, pourrait, selon lui, récupérer son excitabilité sous l'influence de l'extrait de fève du Calabar.

MM. Rossbach et Fröhlich, étant arrivés à des conclusions contraires dans un travail sur le même sujet (*Archives*, XLIX, p. 271), M. Heidenhain a fait une nouvelle série d'expériences

avec l'aide de MM. A. Glaser, R. Kaiser et A. Neisser, étudiants en médecine, et arrive aux mêmes conclusions que précédemment.

Le procédé expérimental employé par M. Heidenhain est très-ingénieux, il consiste à ne soumettre que l'une des glandes sous-maxillaire à l'action de la fève de Calabar.

Après avoir placé des canules dans les canaux de Warthon et avoir découvert les nerfs tympanico-linguaux, l'auteur injecte quelques milligrammes d'atropine dans une veine crurale et paralyse les cordes du tympan dont l'excitation ne produit plus l'hypersécrétion salivaire.

Il lie alors les deux artères sous-claviaires, introduit une canule dans l'une des artères sous-mentales au niveau de l'origine de l'artère glandulaire, et pousse dans cette artère l'injection d'extrait de fève de Calabar en comprimant pendant ce temps, soit l'artère sous-mentale en amont de l'origine de l'artère glandulaire, soit les deux carotides. La fève de Calabar pénètre ainsi dans une seule glande sous-maxillaire. Peu de temps après cette injection, la corde du tympan du côté correspondant redevient excitable. L'excitation électrique du nerf tympanico-lingual produit une abondante excrétion de salive comme avant l'injection d'atropine, tandis que, du côté opposé l'électrisation de la corde du tympan ne produit plus de salivation.

Cette expérience très-probante a été répétée un grand nombre de fois par M. Heidenhain, qui attribue les résultats contraires obtenus par M. Rossbach à ce que cet auteur a peut-être employé des courants électriques trop violents qui détruisent rapidement l'excitabilité de la corde du tympan.

Engagé par les résultats obtenus par MM. Rossbach et Fröhlich, relativement à l'action physiologique de l'atropine et de la physostigmine [1], M. Harnack reprend l'étude de l'ac-

[1] Voyez *Archives*, tome XLVII, p. 162, et tome XLIX, p. 271.

tion de ces deux poisons sur la pupille et le cœur. Il cite de nombreuses expériences contraires aux opinions avancées par MM. Rossbach et Fröhlich, et conformes à celles généralement admises. Pour M. Harnack, l'atropine même à faible dose ne contracte jamais la pupille et n'excite pas les centres d'arrêt du cœur, toujours cet agent dilate l'iris, et quand il produit une modification dans les battements du cœur, c'est une accélération. Quant à la physostigmine, M. Harnack pense que cette substance n'est pas toujours pure, celle qu'ont employée MM. Rossbach et Fröhlich était de qualité incertaine; les résultats qu'ils ont obtenus ne sont pas constants, et M. Harnack ne pense pas que ces auteurs soient autorisés à tirer les conclusions qu'ils donnent : « Presque tous les « résultats signalés dans ce travail, ajoute M. Harnack, trou- « vent leur réfutation dans le travail lui-même. » D^r P.

A. Vulpian. Leçons sur l'appareil vaso-moteur (Physiologie et Pathologie) faites à la Faculté de médecine de Paris rédigées et publiées par le Dr C. Carville. Paris, Germer-Baillière, 1875, tome I.

Ce volume de 571 pages contient les quinze premières leçons de M. le professeur Vulpian sur l'appareil vaso-moteur. Analyser succinctement un livre dans lequel chaque page est savamment discutée et réfléchie, dans lequel chaque ligne a sa valeur, est chose impossible; nous voulons seulement faire connaître le but de ces leçons, la tendance scientifique qui les a inspirées, et signaler à nos lecteurs un ouvrage magistralement conçu et certainement destiné à devenir classique.

De nombreuses recherches ont été entreprises sur les nerfs vaso-moteurs depuis que les travaux de M. Cl. Bernard et de M. Brown-Séquard ont mis hors de doute l'existence et l'importance fonctionnelle des nerfs vaso-moteurs; mais

ces travaux, tous plus ou moins récents, sont répandus dans une foule de mémoires et de publications disséminées. Les réunir en un tout, sous forme de leçons professées à la Faculté de médecine de Paris, est un vrai service rendu par l'auteur.

Une fâcheuse exagération a certainement été faite relativement au rôle des vaso-moteurs par bien des auteurs qui ont souvent trouvé commode d'interpréter des phénomènes obscurs de la pathologie ou de la physiologie par des influences vaso-motrices plus ou moins hypothétiques. M. Vulpian cherche à faire justice de ces exagérations. Une analyse sévère des phénomènes de nombreuses expériences, faites surtout dans le but d'élucider les points douteux, l'amènent à montrer dans un grand nombre de cas le véritable rôle des vaso-moteurs, et à mettre en relief les points qui doivent être considérés comme douteux dans l'état actuel de la science.

« J'ai souvent lutté pour ma part, nous dit-il, contre cette « déplorable tendance à appliquer d'une façon prématurée « à la pathologie les données encore incertaines de la phy- « siologie expérimentale. La plupart des assertions qu'on « émet ainsi, sans aucune espèce d'esprit critique, sont d'ail- « leurs absolument dénuées de preuves; ce sont des concep- « tions de cabinet, comme chacun peut en imaginer à plaisir. « Et il serait même facile de prouver que les actions vaso- « motrices attribuées à tel ou tel médicament, ou à tel ou tel « poison par des médecins qui n'ont jamais fait la moindre « expérimentation sérieuse par eux-mêmes, sont souvent le « contraire de ce que la physiologie nous révèle.

« Quant aux essais d'explication des états morbides par des « troubles fonctionnels de l'appareil vaso-moteur, ils ne sont « pas en général plus acceptables que ceux qui concernent « l'action des substances toxiques ou médicamenteuses. Dans « l'immense majorité des cas, les nerfs vaso-moteurs ne « jouent dans la pathogénie des maladies qu'un rôle tout à fait

« secondaire. Ce sont les éléments anatomiques des tissus « qui sont d'abord en souffrance, et les nerfs vaso-moteurs « n'entrent en jeu que consécutivement pour déterminer des « anémies et le plus souvent des congestions locales.......

« .... Le rôle physiologique de l'appareil vaso-moteur, « dégagé des exagérations qui ont voulu trop l'agrandir, est « encore considérable. C'est cet appareil qui règle les circu- « lations locales, comme l'a dit M. Cl. Bernard, c'est lui qui « modifie l'afflux du sang dans les organes, suivant leurs be- « soins fonctionnels ou suivant les conditions morbides de « leurs tissus. C'est l'appareil vaso-moteur qui est le régu- « lateur et le répartiteur de la chaleur animale dans les « diverses parties du corps à l'état normal comme à l'état « pathologique. »

Si M. Vulpian analyse et discute les diverses monographies qui ont trait à la physiologie des vaso-moteurs, un grand nombre de points sont essentiellement neufs et originaux.

Les leçons qu'il consacre, par exemple, à l'étude des actions vaso-dilatatrices et des sécrétions, des rapports que ces phénomènes ont avec les fonctions de la moelle épinière, sont particulièrement intéressants à cet égard. Tout en démontrant la difficulté qui existe dans l'interprétation du mécanisme de la dilatation active des vaisseaux, l'auteur institue une foule d'expériences intéressantes qui démontrent cette action vaso-dilatatrice, et qui étendent le champ de nos connaissances relativement à ce point de physiologie. Les expériences relatives aux fonctions de la corde du tympan rentrent dans cet ordre de faits et ont été le sujet de notes spéciales que nous avons déjà analysées dans d'autres articles.

L'étude de la part que prennent les vaso-moteurs dans les phénomènes produits par les purgatifs et divers poisons, l'interprétation de certaines maladies, telles que la polyurie, le diabète, l'albuminurie, sont encore des parties que l'auteur traite et discute d'une façon détaillée et originale. Il en est de même de la discussion qu'il fait de l'existence d'un centre

vaso-moteur unique placé par plusieurs auteurs dans la moelle allongée. M. Vulpian n'admet pas ce centre vaso-moteur unique, car il démontre par de nombreuses expériences que le tonus vasculaire ne cesse pas complètement dans les membres inférieurs après la section transversale de la moelle épinière au-dessous du bulbe rachidien.

Un des points qui frappe le plus dans la lecture de cet ouvrage, c'est qu'aucun fait n'y est avancé sans avoir été l'objet d'une critique sévère et sans être basé sur des expériences personnelles. M. Vulpian fait peu d'hypothèses, il déduit des conclusions quand elles peuvent être basées sur des faits positifs et démonstratifs, et préfère rester dans le doute dans le cas contraire.

A côté du fait expérimental, on rencontre toujours la déduction clinique, non d'après des théories discutables, mais d'après des résultats basés sur une observation attentive et sur l'analyse des faits physiologiques positifs.

Ce premier volume, qui sera bientôt, nous l'espérons, suivi de la publication du tome second, restera, nous en sommes persuadés, comme une œuvre classique d'application des sciences physiologiques exactes à la médecine et à la pathologie.

La lecture de ce livre, bien mieux que ce que nous en pouvons dire dans une analyse succincte, démontre que l'analyse physiologique est seule capable de faire progresser avec fruits la clinique et la thérapeutique. Dr P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

Pendant le mois de SEPTEMBRE 1874.

Le 1er, forte rosée le matin.
2, id.
3, ciel vaporeux, fort vent du SSO.
5 et 6, rosée le matin.
8, id.
9, éclairs le soir.
10, pluie, fort vent du SSO. toute la journée.
12, fort vent du SSO. jusqu'à 8 h. du soir.
13, forte bise depuis 2 h. après midi jusqu'au 14 à 10 h. du soir.
16, rosée le matin.
17, forte rosée le matin; ciel vaporeux.
19, brouillard quelques heures de la matinée.
22, éclairs à l'Ouest le soir.
23, rosée le matin.
25, faible rosée le matin.
26, halo lunaire de 8 h. à 10 h. du soir.
30, rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 6 h. matin	731,65	Le 3 à 6 h. soir	726,25
4 à 10 h. matin	731,91	9 à 4 h. après midi	723,89
11 à 8 h. matin	730,91	12 à 8 h. soir	725,07
14 à 10 h. soir	732,13	17 à 4 h. après midi	725,33
18 à 10 h. soir	729,28	20 à 6 h. soir	724,09
22 à 10 h. soir	729,47	23 à 4 h. après midi	726,81
25 à 8 h. matin	734,75	30 à 8 h. soir	724,79

GENÈVE. — SEPTEMBRE 1874.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	730,61	+ 2,95	+16,82	+ 0,45	+ 9,9	+22,2	11,47	+1,26	793	+ 51	640	900	...	...	N. 1	0,42	17,7	— 0,5	197,3
2	730,21	+ 2,58	+21,28	+ 5,02	+12,9	+29,1	14,08	+0,91	618	—126	360	950	...	...	SO. 1	0,02	18,6	+ 0,5	196,6
3	728,12	+ 0,52	+22,18	+ 6,03	+14,6	+29,9	11,54	+1,41	603	—144	350	880	...	...	SO. 1	0,34	18,4	+ 0,4	196,0
4	731,25	+ 3,68	+16,25	+ 0,21	+12,5	+22,5	8,41	—1,68	657	— 92	500	750	...	...	variable	0,79	17,8	— 0,2	191,0
5	730,38	+ 2,83	+14,84	— 1,08	+ 8,0	+21,0	6,93	—3,12	617	—135	320	900	...	...	SO. 1	0,36	17,6	— 0,3	193,0
6	729,52	+ 1,99	+14,69	— 1,11	+ 7,1	+22,1	6,93	—3,08	588	—166	340	890	...	...	variable	0,18	—	—	192,0
7	729,27	+ 1,77	+16,73	+ 1,05	+11,2	+23,8	9,00	—0,97	665	— 92	400	880	...	...	N. 1	0,07	17,8	0,0	191,9
8	728,10	+ 0,63	+15,61	+ 0,05	+ 9,0	+21,7	9,92	—0,01	754	— 5	560	940	...	...	N. 1	0,26	18,1	+ 0,3	190,6
9	724,41	— 3,03	+15,43	0,00	+11,0	+19,9	11,01	+1,12	844	+ 82	650	940	4,7	4	SSO. 1	0,84	18,0	+ 0,3	189,6
10	725,27	— 2,14	+15,32	+ 0,02	+12,6	+19,0	9,54	—0,31	767	+ 3	530	800	8,4	7	SSO. 2	0,86	14,1	— 3,5	186,7
11	730,58	+ 3,20	+13,02	— 2,14	+ 9,0	+16,4	7,82	—1,99	718	— 49	510	870	...	...	variable	0,94	13,3	— 4,3	186,2
12	727,27	— 0,09	+19,27	+ 4,24	+14,0	+24,6	9,14	—0,63	576	—193	400	780	5,9	5	SSO. 2	0,61	11,4	— 6,1	182,6
13	726,89	— 0,44	+14,57	— 0,32	+ 9,0	+18,9	7,54	—2,19	632	—139	440	870	..	...	NNE. 1	0,14	—	—	186,0
14	730,86	+ 3,56	+13,35	— 1,40	+10,5	+16,8	6,73	—2,96	619	—155	490	720	...	..	NNE. 3	0,11	14,9	— 2,5	184,7
15	730,57	+ 3,31	+11,51	— 3,10	+ 6,7	+16,9	7,42	—2,24	755	— 22	470	930	...	...	variable	0,23	15,7	— 1,6	181,2
16	727,53	+ 0,30	+13,87	— 0,61	+ 5,4	+21,7	8,04	—1,57	698	— 81	400	960	...	...	SSO. 1	0,10	16,4	— 0,9	178,6
17	725,81	— 1,38	+16,68	+ 2,33	+10,9	+22,5	8,95	—0,60	662	—120	390	870	...	...	SSO. 1	0,36	16,5	— 0,7	175,2
18	728,30	+ 1,14	+15,25	+ 1,04	+14,3	+17,8	11,28	+1,79	893	+108	790	950	1,3	2	variable	0,97	16,7	— 0,4	172,3
19	728,13	+ 1,01	+16,55	+ 2,47	+13,1	+21,8	11,15	+1,71	807	+ 20	570	970	...	...	N. 1	0,54	16,3	— 0,7	170,5
20	725,19	— 1,90	+15,51	+ 1,56	+12,1	+19,8	11,19	+1,81	862	+ 72	690	940	0,1	1	variable	0,81	—	—	168,0
21	725,76	— 1,30	+15,73	+ 1,93	+ 9,5	+24,6	10,39	+1,06	797	+ 5	430	980	...	...	variable	0,42	16,5	— 0,3	168,9
22	728,63	+ 1,61	+16,79	+ 3,14	+13,0	+21,6	10,97	+1,70	787	— 8	620	940	0,2	1	N. 1	0,52	16,8	+ 0,1	165,3
23	727,61	+ 0,62	+17,19	+ 3,68	+10,5	+23,0	10,75	+1,54	742	— 55	510	940	0,1	1	variable	0,73	17,4	+ 0,8	164,1
24	733,03	+ 6,08	+18,14	+ 4,78	+13,6	+24,0	11,20	+2,04	734	— 65	510	920	...	...	N. 1	0,17	16,8	+ 0,3	160,6
25	733,72	+ 6,80	+17,32	+ 4,11	+12,6	+23,6	10,78	+1,68	753	— 48	510	960	...	...	N. 1	0,06	17,0	+ 0,6	163,7
26	732,53	+ 5,64	+16,24	+ 3,18	+11,0	+22,1	10,25	+1,20	756	— 47	540	910	...	...	N. 1	0,23	17,7	+ 1,4	161,2
27	731,51	+ 4,66	+16,67	+ 3,76	+10,5	+23,6	11,39	+2,40	806	+ 1	590	960	...	...	N. 1	0,07	—	—	158,0
28	730,02	+ 3,20	+17,21	+ 4,49	+11,9	+22,8	11,47	+2,54	792	— 15	580	930	...	...	variable	0,64	18,1	+ 2,0	158,4
29	728,36	+ 1,58	+15,64	+ 3,04	+13,0	+20,2	10,28	+1,40	810	+ 1	630	900	0,2	1	variable	0,79	18,0	+ 2,0	156,0
30	726,68	— 0,07	+16,63	+ 4,18	+10,0	+24,7	9,83	+1,01	733	— 78	340	970	...	...	SSO. 1	0,12	17,9	+ 2,0	157,0

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	729,17	729,34	729,26	728,83	728,23	727,91	727,93	728,66	729,00
2e »	728,48	728,62	728,53	728,18	727,79	727,42	727,42	727,78	728,03
3e »	730,14	730,43	730,47	729,95	729,25	728,87	729,05	729,55	729,90
Mois	729,26	729,47	729,42	728,99	728,42	728,07	728,13	728,67	728,98
	Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+12,15	+16,21	+18,63	+20,66	+21,33	+21,28	+19,72	+17,79	+16,02
2e »	+11,27	+14,38	+16,65	+18,07	+18,69	+18,80	+17,44	+15,75	+14,31
3e »	+12,21	+15,21	+18,46	+20,28	+22,02	+21,61	+19,23	+17,45	+15,58
Mois	+11,87	+15,27	+17,91	+19,67	+20,68	+20,57	+18,80	+17,00	+15,30
	Tension de la vapeur.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	9,23	9,83	9,75	9,94	9,56	9,83	10,26	10,19	9,72
2e »	8,62	9,12	9,15	9,14	9,16	8,69	9,48	9,65	9,41
3e »	9,79	10,84	11,36	10,79	10,76	10,80	11,85	11,67	10,79
Mois	9,21	9,93	10,09	9,95	9,83	9,77	10,53	10,50	9,97
	Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	872	712	634	548	525	534	607	670	714
2e »	860	742	649	594	586	539	638	723	768
3e »	920	844	719	615	547	569	716	790	823
Mois	884	766	667	586	553	547	654	728	768

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+10,88	+23,12	0,38	+17,57	13,1	192,5
2e »	+10,50	+19,72	0,48	+15,15	7,3	178,5
3e »	+11,56	+23,02	0,38	+17,36	0,5	161,3
Mois	+10,98	+21,95	0,41	+16,75	20,9	177,4

Dans ce mois, l'air a été calme 4,8 fois sur 100

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,73 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 71°,5 O., et son intensité est égale à 22,23 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1874.

Le 1er et le 2, ciel très-clair.
3, brouillard le soir.
4, brouillard par moments avec un très-fort vent du SO.
5, brouillard jusqu'à 2 h.; clair le soir.
6 et 7, ciel très-clair.
9, pluie, brouillard.
10, pluie mêlée de flocons de neige dans l'après-midi; clair le soir.
11, quelques flocons de neige.
13, brouillard le matin et le soir.
14, léger brouillard le matin.
15, id.
19, brouillard le soir.
20, pluie, brouillard, fort vent du SO.
21, 22 et 23, brouillard intense toute la journée; pluie dans la soirée du 23.
24, ciel très-clair.
28, brouillard tout le jour.
29 et 30, brouillard tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. soir	574,40	Le 5 à 2 h. après midi	567,53
7 à 10 h. soir	569,65	10 à 6 h. matin	564,72
11 à 10 h. soir	570,20	13 à 8 h. matin	564,28
14 à 10 h. soir	569,43	17 à 10 h. matin	566,57
19 à 10 h. soir	569,09	21 à 6 h. matin	566,53
24 à 10 h. soir	573,96	30 à 10 h. soir	567,86

SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1874.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	572,84	+ 4,69	572,56	573,69	+ 9,25	+ 4,17	+ 5,8	+13,0	.....	.....	....	SO. 1	0,14
2	573,77	+ 5,67	573,16	574,40	+13,05	+ 8,06	+10,6	+16,4	.....	.....	....	calme	0,04
3	572,65	+ 4,61	572,19	573,33	+12,12	+ 7,22	+10,2	+15,0	.....	.....	....	SO. 1	0,51
4	569,73	+ 1,75	569,18	570,66	+ 9,91	+ 5,10	+ 8,3	+11,9	.....	.....	....	SO. 2	0,83
5	568,05	+ 0,13	567,53	568,71	+ 3,14	— 1,58	+ 1,4	+ 7,2	.....	.....	....	NE. 1	0,56
6	568,53	+ 0,67	568,24	568,91	+ 7,88	+ 3,26	+ 5,0	+12,0	.....	.....	....	SO. 1	0,03
7	569,07	+ 1,28	568,69	569,65	+ 6,81	+ 2,29	+ 2,4	+10,5	.....	.....	....	NE. 1	0,01
8	568,51	+ 0,79	568,13	569,07	+ 7,58	+ 3,16	+ 5,3	+10,9	.....	.....	....	NE. 1	0,24
9	565,97	— 1,68	565,33	567,05	+ 5,44	+ 1,12	+ 4,9	+ 7,4	.....	6,4.	....	SO. 1	0,96
10	565,93	— 1,65	564,72	566,63	+ 3,95	— 0,26	+ 1,9	+ 6,0	.....	15,6.	....	SO. 1	0,73
11	569,00	+ 1,49	567,49	570,20	+ 4,27	+ 0,17	+ 1,8	+ 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,79
12	567,63	+ 0,49	565,99	568,84	+ 6,91	+ 2,92	+ 5,0	+10,8	.....	.....	....	SO. 1	0,38
13	565,16	— 2,21	564,28	566,15	+ 0,94	— 2,94	— 0,4	+ 3,8	.....	.....	....	NE. 2	0,70
14	568,38	+ 1,08	567,11	569,43	+ 3,26	— 0,50	0,0	+ 7,2	.....	.....	....	SO. 1	0,20
15	568,97	+ 1,75	568,58	569,31	+ 3,14	— 0,50	— 1,2	+ 8,1	.....	.....	....	SO. 1	0,20
16	567,01	— 0,13	566,85	567,35	+ 2,86	— 0,66	+ 1,8	+ 4,4	.....	.....	....	SO. 1	0,42
17	566,89	— 0,17	566,57	567,28	+ 4,16	+ 0,76	+ 2,2	+ 7,3	.....	.....	....	SO. 1	0,19
18	567,95	+ 0,97	567,23	568,67	+ 3,78	+ 0,51	+ 2,9	+ 5,7	.....	.....	....	NE. 1	0,84
19	568,82	+ 1,92	568,66	569,09	+ 5,69	+ 2,54	+ 3,8	+ 8,3	.....	.....	....	SO. 1	0,51
20	567,49	+ 0,67	566,77	568,43	+ 3,14	+ 0,12	+ 2,1	+ 5,9	.....	10,4.	....	SO. 2	0,86
21	568,08	+ 1,34	566,53	569,44	+ 2,97	+ 0,08	+ 3,0	+ 4,1	....	.....	....	SO. 2	1,00
22	570,70	+ 4,05	569,86	571,98	+ 3,98	+ 1,22	+ 3,2	+ 5,8	.....	.....	....	SO. 1	0,98
23	570,87	+ 4,31	569,95	571,79	+ 4,23	+ 1,60	+ 3,3	+ 5,8	....	11,3.	....	SO. 2	0,91
24	573,42	+ 6,94	572,48	573,96	+ 7,71	+ 5,21	+ 4,0	+11,2	.....	.....	....	SO. 1	0,04
25	573,42	+ 7,02	572,76	573,68	+ 7,26	+ 4,90	+ 4,3	+10,8	.....	.....	....	variable	0,31
26	572,87	+ 6,56	572,70	573,19	+ 6,46	+ 4,24	+ 5,3	+ 9,8	.....	.....	....	SO. 1	0,37
27	573,20	+ 6,98	572,90	573,59	+ 5,49	+ 3,41	+ 4,2	+ 8,8	.....	.....	....	NE. 1	0,51
28	572,39	+ 6,26	570,90	573,55	+ 5,14	+ 3,20	+ 4,5	+ 7,5	.....	.....	....	SO. 1	0,96
29	568,89	+ 2,85	568,65	569,29	+ 2,17	+ 0,37	+ 1,2	+ 3,3	.....	13,4.	....	SO. 2	0,98
30	568,19	+ 2,24	567,86	568,57	+ 3,24	+ 1,58	+ 3,0	+ 4,3	.....	3,6.	....	SO. 2	0,98

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	569,51	569,60	569,67	569,59	569,45	569,44	569,49	569,65	569,77
2e »	567,52	567,65	567,79	567,85	567,84	567,88	567,82	567,92	567,93
3e »	570,82	571,17	571,40	571,33	571,25	571,27	571,32	571,41	571,49
Mois	569,28	569,47	569,62	569,59	569,51	569,53	569,54	569,66	569,73
				Température.					
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 6,51	+ 7,87	+ 9,10	+10,29	+10,19	+ 9,54	+ 7,99	+ 7,65	+ 7,02
2e »	+ 2,20	+ 3,44	+ 4,37	+ 6,24	+ 6,57	+ 5,20	+ 4,11	+ 3,72	+ 3,44
3e »	+ 3,88	+ 5,12	+ 5,76	+ 6,92	+ 6,82	+ 5,54	+ 5,16	+ 4,97	+ 4,57
Mois	+ 4,20	+ 5,48	+ 6,41	+ 7,82	+ 7,86	+ 6,76	+ 5,75	+ 5,45	+ 5,01

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 5,58	+11,03	0,41	22,0	—
2e »	+ 1,80	+ 6,85	0,51	10,4	—
3e »	+ 3,60	+ 7,14	0,70	28,3	—
Mois	+ 3,66	+ 8,34	0,54	60,7	—

Dans ce mois, l'air a été calme 7,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,34 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 58,52 sur 100.

* Voir la note du tableau

DESCRIPTION

D'UN

PHOTOMÈTRE ASTRONOMIQUE

ET

CONSIDÉRATIONS SUR LA PHOTOMÉTRIE

Par M. THURY

Professeur à l'Université de Genève.

Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève

dans sa séance du 1er octobre 1874.

I. *Préliminaires.*

Il n'est plus nécessaire aujourd'hui d'insister sur l'importance des observations photométriques dans l'astronomie. On sait que la distribution des étoiles dans l'espace, d'une part, de l'autre, les modifications graduelles que subissent les corps célestes, et même leur nature propre, sont intimement liés à l'intensité *des* lumières que nous recevons d'eux, ou qu'ils nous envoient. Mais quand on cherche à recueillir un ensemble d'observations photométriques suffisant pour servir d'appui aux déductions de l'astronomie physique, on s'aperçoit bientôt que ces données manquent de l'étendue et de la certitude qui seraient nécessaires : d'un côté elles sont en trop petit nombre, de l'autre elles ne s'accordent pas toujours suffisamment entre elles. Cependant elles sont dues, pour la plupart à des observateurs habiles, et la différence des méthodes de recherches peut seule expliquer la diversité des résultats.

S'il en est ainsi, il importe d'expérimenter comparativement, en faisant usage de chacune des méthodes photométriques employées jusqu'ici, recherchant les raisons des différences dans les résultats, et faisant disparaître les causes d'erreur propres à chaque méthode, à mesure que les comparaisons mettent ces causes en évidence. Le résultat d'un travail de ce genre, commencé déjà en Allemagne, sera vraisemblablement :

1° Une concordance générale des chiffres obtenus par différentes méthodes, suffisante pour donner confiance dans leur exactitude.

2° La connaissance des moyens propres à amener une telle concordance, c'est-à-dire celle des corrections numériques, et des perfectionnements à introduire dans les appareils et dans la manière de les employer.

3° On saura enfin quelles sont les méthodes photométriques qui permettent le plus haut degré d'approximation ou qui offrent des avantages particuliers.

Pour suivre à la donnée générale qui précède, jetons d'abord un coup d'œil sur les principes de construction des différents photomètres.

II. *Idée générale des photomètres.*

Les photomètres employés jusqu'ici peuvent se diviser en deux catégories :

1° Les photomètres *visuels* où l'objet que la lumière affecte est l'œil lui-même.

2° Les photomètres *physiques et chimiques* où l'objet modifié par la lumière est un corps inerte ; tels sont les photomètres photographiques, et celui de Leslie, instruments surtout propres à mesurer séparément l'intensité des différentes espèces de radiations.

Les photomètres visuels se divisent à leur tour en deux classes : dans les uns, on affaiblit la lumière jusqu'à l'instant où elle disparaît pour l'œil, ou bien devient insuffisante pour distinguer certains détails déterminés des objets, et l'on déduit la quantité de l'affaiblissement de la connaissance des moyens employés pour le produire. Si l'on répète la même épreuve, à peu d'intervalle, sur un autre point lumineux, le rapport des intensités des deux points, conclu des observations au photomètre, ne sera pas affecté des variations à long terme qui surviennent dans l'état de l'œil, mais seulement de la petite variation qui peut s'être produite dans l'intervalle de deux observations consécutives. Un nombre suffisant d'observations alternées permettra d'affaiblir à volonté une telle cause d'erreur.

Les photomètres visuels de la première classe peuvent être appelés *photomètres par extinction.* Tels sont les photomètres astronomiques d'Arago et de Xavier de Maistre.

La seconde classe comprend les photomètres *de comparaison,* où les deux lumières se présentent en même temps à l'œil ; on affaiblit la plus intense jusqu'à ce qu'elle soit devenue égale en éclat à la plus faible. La quantité d'affaiblissement nécessaire pour obtenir ce résultat, évaluée en fraction de l'intensité primitive, mesure l'éclat comparatif des deux lumières.

Au lieu d'apprécier immédiatement à l'œil l'égalité d'éclat des deux images, on peut les opposer l'une à l'autre, en faisant naître des phénomènes propres à rendre plus sensible l'égalité parfaite, par exemple en transformant l'inégalité d'intensité en production de couleur. Les photomètres *de comparaison* qui offrent ce perfectionne-

ment peuvent être nommés photomètres *par opposition :* tels sont ceux de Wild, de Bunsen, de Dove, et l'un des photomètres d'Arago.

Une partie essentielle, commune aux photomètres par comparaison et par extinction, est celle destinée à diminuer l'intensité de la lumière reçue, avec la condition que la quantité de cette diminution soit exactement mesurable. On a eu recours, pour cela, aux moyens suivants :

1° Absorption de la lumière par un milieu imparfaitement transparent, d'épaisseur variable (X. de Maistre, Quételet). Le milieu semi-transparent est employé sous la forme de prismes croisés superposés, de lames plus ou moins épaisses ou superposées, de colonne liquide de longueur variable, etc.

2° Réflexion sur une surface polie faisant, avec le rayon incident, un angle variable.

3° Réflexions sur 1, 2, 3, *n*.... surfaces consécutives faisant, avec le rayon incident, des angles invariables. Dans ce dernier cas, la diminution d'intensité a lieu par sauts brusques, elle est *discontinue*, et il devient nécessaire de compléter le système par l'addition d'un modificateur continu d'intensités, ou bien en rendant variables les angles d'incidence.

4° Réduction d'intensité par déviation, à l'aide de la réflexion, d'une partie de la lumière reçue ; soit les systèmes 2° et 3°, en remplaçant les miroirs par des lames transparentes et recueillant la lumière transmise au lieu de la lumière réfléchie.

5° Réduction d'intensité par deux systèmes polarisants, dont les plans de polarisation peuvent former entre eux un angle quelconque entre 0° et 90°. On polarise, à l'aide de miroirs (Merz) de piles de glaces (Wild), de Nichols, (Arago, Becquerel, Zöllner).

6° Réduction par bifurcation égale du rayon, dans un prisme bi-réfringent (Arago).

7° Réduction par écartement croissant des rayons d'un pinceau conique. Au sommet du cône est situé soit l'objet lumineux lui-même, soit son image réelle ou virtuelle, généralement produite par une lentille convergente ou divergente, ou bien par une sphère polie réfléchissante (Huygens, Bouguer, J. Herschel, Steinheil). L'œil se place à diverses distances du sommet du cône, et reçoit une quantité de lumière inversément proportionnelle au carré de sa distance de ce sommet.

8° Exclusion d'une partie du faisceau lumineux qui entre dans la pupille. L'exclusion peut se faire au moyen d'un diaphragme placé très-près de l'œil, ou devant l'objectif d'un télescope, ou encore dans une lunette terrestre à la place occupée par le petit diaphragme de l'oculaire quadruple. Dans tous ces cas, le résultat est le même : le faisceau de rayons qui entre dans la pupille est diminué, selon les dimensions et la forme du diaphragme. Il faut que le diaphragme soit placé dans un *plan objectif* (lieu de croisement des axes), ou du moins très-près de l'un de ces plans. Lorsque cette dernière condition n'est pas remplie, l'obscurcissement n'est plus égal dans les diverses parties du champ. Alors il devient nécessaire de communiquer au diaphragme un mouvement de rotation rapide (Talbot) tellement coordonné avec la forme du diaphragme que toutes les parties du champ restent uniformément obscurcies.

III. *Description d'un photomètre à diaphragme variable et à miroirs.*

Nous avons choisi parmi toutes les combinaisons qui

viennent d'être énumérées l'une des plus simples, et nous avons construit sur ce type, il y a quatre ans[1], un photomètre qui a bien répondu à notre attente et que nous allons décrire.

Cet instrument était destiné à mesurer l'éclat de composantes d'étoiles doubles et la lumière des nébuleuses. Il devait donc avoir pour base un télescope dont l'ouverture ne fût pas trop petite. Nous avons choisi un réfracteur de 4 ½ pouces (121 ½ millimètres) d'ouverture, de Merz de Munich; cet instrument dédouble bien η de la Couronne et permet d'apercevoir facilement le compagnon de Véga, et dans des circonstances atmosphériques favorables, celui d'Antarès. Le système photométrique adopté est celui du photomètre visuel *par extinction*. L'affaiblissement de lumière s'obtient par réflexion sur un ou plusieurs miroirs (type 3°), situés entre l'objectif et l'oculaire, et par un diaphragme à ouverture variable placé devant l'objectif (type 8°).

Diaphragme. Le diaphragme variable offrait quelques difficultés au point de vue de la construction mécanique. Nous l'avons composé de 16 lames rectangulaires minces, pouvant glisser chacune dans le sens de sa longueur et dans la direction d'un rayon aboutissant au centre de l'objectif. Il suffit que toutes ces lames marchent ensemble uniformément pour que leurs petits côtés intérieurs forment toujours un polygone régulier, dont le diamètre (celui du cercle inscrit) peut varier de 0 au diamètre de l'objectif, et dont le centre demeure sur l'axe optique principal du télescope. Ce polygone forme l'ouverture objective réelle. Pour assurer le mouvement coordonné

[1] Les premières mesures prises avec notre photomètre datent du mois de septembre 1868.

des lames, chacune d'elles porte sur sa face oculaire une cheville qui s'engage dans une rainure spirale d'un plateau tournant, superposé au plateau fixe sur lequel les lames sont établies et que leurs chevilles traversent. L'observateur fait tourner aisément le plateau à l'aide d'un rappel placé vers l'oculaire; et comme les 16 rainures spirales dont le plateau est creusé sont parfaitement égales entre elles, toutes les lames s'approchent ou s'éloignent du centre également, et le polygone reste régulier.

Les 16 courbes étant d'ailleurs des spirales d'Archimède, le mouvement angulaire du plateau est proportionnel au mouvement linéaire des lames, et par conséquent à l'ouverture du diaphragme. (Voyez Pl. I, fig. 1.)

Sur le rappel, près de l'oculaire, sous l'œil de l'observateur, est un cadran tournant, divisé en parties égales, et qui indique l'ouverture actuelle du diaphragme. Chaque millimètre du diamètre de l'ouverture est représenté sur le cadran par une division de 1,7 millimètre de largeur qu'il est facile de subdiviser à l'œil.

Il importe que l'observateur puisse noter les résultats des observations d'une même série, et même de deux séries consécutives, sans altérer la sensibilité de son œil par l'emploi d'un moyen d'éclairage. Ce résultat est complétement atteint au moyen d'un petit mécanisme joint au cadran de lecture : sur ce cadran est fixé un disque de porcelaine dépolie, sur lequel, avec un crayon guidé, l'observateur peut faire, dans la nuit, un trait rayonnant vers l'index, trait dont la situation marquerait déjà approximativement l'ouverture du diaphragme. Mais pour obtenir une exactitude plus complète, un second disque de porcelaine, établi sur un axe lié au premier par un engrenage à fine denture, tourne tangentiellement au disque

principal avec une plus grande vitesse angulaire. Le trait de crayon passe à la fois sur les deux disques, suivant la ligne qui joint leurs centres, et, en ramenant en coïncidence les traits des deux disques après chaque série d'observations, on lit sans erreur, sur le cadran, les ouvertures correspondantes du diaphragme polygonal. (Voyez Pl. I, fig. 2.)

L'expérience montre que plusieurs séries d'observations peuvent être accumulées sur les disques de porcelaine et distinguées par un signe de crayon à l'extrémité du trait. Un système analogue de notation pourrait être utilisé dans les observations astronomiques ordinaires, étant appliqué au tambour des microscopes employés pour la lecture des cercles.

Miroirs. — Les dimensions du faux disque d'une étoile augmentent à mesure que l'ouverture objective diminue: en même temps, les anneaux de diffraction qui entourent le faux disque se modifient. Le faux disque augmente aussi de diamètre avec l'éclat absolu des étoiles [1]. A égalité d'éclat pour l'œil au télescope, et à égalité de grossissement, les conditions de visibilité ne sont donc

[1] Nous avons trouvé que pour une ouverture constante de 121^{mm}, et avec un grossissement de 300 fois, les faux disques stellaires mesuraient à peu près les diamètres suivants : 4me grandeur, 1 $^1/_2$ seconde d'arc; 5me $^1/_2$ grandeur, 1 seconde; 7me $^1/_2$ grandeur, 1 $^1/_2$ seconde. Ces chiffres ont été obtenus, non de mesures micrométriques, qui seraient difficiles, mais en notant pour un certain nombre d'étoiles doubles bien connues le rapport n du diamètre de la plus petite étoile à celui de la plus grande, et le rapport m de l'intervalle des deux disques au diamètre du plus grand. La distance des centres D étant connue, le diamètre x du faux disque de la plus grande étoile a pour mesure $x = \frac{2D}{2m+n+1}$. On évalue à l'œil les valeurs de m et de n, et l'on multiplie les observations pour obtenir une certaine exactitude.

pas exactement les mêmes pour deux étoiles vues avec des ouvertures différentes. Ainsi, à l'instant précis de l'extinction, l'éclat réel au foyer de l'oculaire n'est pas tout à fait le même pour deux étoiles qui exigent des ouvertures différentes ; celle qui exige la plus petite ouverture s'évanouit avec un faux disque plus large, qui impressionne *moins* l'œil, en sorte que l'on évalue un peu trop bas l'éclat de cette étoile, qui est la plus brillante de celles que l'on compare. Cette erreur, qu'il faut chercher au moins à corriger, est fonction de l'éclat de l'étoile *et* de l'ouverture du diaphragme, laquelle ouverture, à l'instant de l'extinction, est elle-même fonction de l'éclat de l'étoile. Ainsi, la correction cherchée est simplement fonction de l'éclat de l'étoile *ou* de l'ouverture du diaphragme.

Pour éliminer le mieux possible l'erreur dont il s'agit, il y a évidemment deux choses à faire : premièrement, la maintenir dans d'étroites limites en n'employant jamais de très-petites ouvertures du diaphragme ; secondement, ménager une épreuve qui permette de fixer la valeur de la correction pour chacune des ouvertures employées du diaphragme. Ces deux résultats peuvent être atteints en même temps par l'interposition de miroirs plans entre l'objectif et l'oculaire. Supposons que l'on puisse interposer avant l'oculaire un miroir de verre noir parfaitement plan et recevant le pinceau objectif central sous un angle de 45°. Un tel miroir réfléchira sous cet angle, 0,053 par exemple, de la lumière reçue, et il reviendra au même pour la quantité d'extinction, d'employer toute la surface de l'objectif et le miroir oculaire, ou bien 0,053 de la surface objective sans le miroir. Dans le premier cas, le faux disque de l'étoile sera aussi petit que possi-

ble; car l'expérience montre que l'interposition du miroir oculaire, qui assombrit beaucoup l'image d'une étoile, ne change pas le diamètre de son disque. Dans le second cas, l'ouverture objective sera diminuée dans le rapport de 1 à $\sqrt{0,053}$, elle sera devenue $121^{mm}\sqrt{0,053}=28^{mm}$ pour un objectif ayant comme le nôtre 121 millimètres de diamètre.

Alors aussi le faux disque de l'étoile sera plus grand que dans le premier cas. Si, dans le premier cas, c'est-à-dire avec l'ouverture entière et le miroir, une étoile se trouve à la limite d'extinction : dans le second cas, il faudra augmenter un peu l'ouverture pour atteindre cette même limite, et la fraction d'augmentation ainsi déterminée donnera la correction *positive* qui doit être affectée à l'ouverture de 28 millimètres, pour que les observations deviennent comparables à celles où l'on emploie l'ouverture entière.

La correction ainsi déterminée est la plus grande possible, car on n'emploie jamais d'ouverture plus petite que 28 millimètres. Lorsque l'étoile observée est assez brillante pour que la réflexion sur un miroir, jointe à la réduction de l'ouverture objective à 28^{mm}, ne suffise pas pour amener l'extinction, alors on introduit un second miroir et l'on obtient le même résultat d'extinction avec deux miroirs et l'ouverture entière qu'avec un miroir et l'ouverture réduite à 28^{mm}. De même, deux miroirs et l'ouverture réduite à 28^{mm} donneraient le même résultat d'extinction que trois miroirs avec l'ouverture entière, et ainsi de suite, abstraction faite de la petite correction mentionnée, de telle sorte que l'on aurait généralement pour les quantités de lumière :

Ouverture	28^{mm} = Ouverture entière 121^{mm} + 1 miroir.	
Id.	6,4 = 121 + 2 miroirs	= 28 + 1 miroir.
Id.	1,5 = 121 + 3 miroirs	= 28 + 2 miroirs.
Id.	0.3 = 121 + 4 miroirs	= 28 + 3 miroirs.
Id.	0,8 = 121 + 5 miroirs	= 28 + 4 miroirs.
Id.	0.2 = 121 + 6 miroirs	= 28 + 5 miroirs.

On a pris l'aire de chaque ouverture = 0,053 de celle qui précède.

Nous n'avons encore que les deux termes extrêmes de la correction relative à l'agrandissement des faux-disques des étoiles. Pour avoir quelques termes intermédiaires qui permettent d'interpoler, il faut substituer au premier miroir de verre successivement divers miroirs métalliques doués de pouvoirs réflecteurs différents, et procéder comme avec le miroir primitif d'extinction.

Ces résultats obtenus, il serait facile au besoin d'avoir les chiffres des corrections des ouvertures objectives inférieures à 28 millimètres ; car l'éclat d'une même étoile, convenablement choisie, peut toujours être mesuré au moins de deux manières : d'une part, avec une ouverture quelconque du diaphragme supérieure à 28 millimètres ; de l'autre, avec une ouverture inférieure à 28 millimètres, sans miroir, ce qui donnera immédiatement le chiffre de correction pour cette dernière ouverture, par rapport à l'ouverture correspondante, puis, médiatement, par rapport à l'ouverture totale.

Notre appareil ne renferme que deux miroirs. Ils ne suffisent pas pour éteindre la lumière des étoiles brillantes sans diminuer l'ouverture objective au-dessous de 28^{mm}. Sirius, par exemple, disparaît lorsque l'ouverture du diaphragme est réduite à 4^{mm}, avec deux miroirs. L'appareil n'est pas employé dans de telles conditions, mais

on lui substitue un oculaire solaire de Merz, appareil excellent, composé de quatre miroirs de verre, recevant de l'un à l'autre la lumière sous l'angle de polarisation, et formant deux systèmes, chacun de deux miroirs parallèles entre eux. L'un des systèmes peut tourner sur l'autre de manière à produire une extinction croissante de la lumière polarisée. L'oculaire du télescope est placé au delà du dernier miroir. Le minimum d'extinction que cet appareil puisse produire répond à la perte de lumière causée par quatre réflexions successives sur des miroirs de verre, sous l'angle de $35 \frac{1}{2}$ degrés avec leurs surfaces. L'extinction est donc toujours considérable, et l'appareil ne peut servir comme photomètre que pour les étoiles brillantes. D'autre part, l'extinction maximum est à peu près complète avec cet appareil, qui est avant tout le meilleur des hélioscopes connus.

Notre appareil devrait être pourvu de 5 miroirs, s'il devait servir pour toutes les étoiles.

Voici quelle est la disposition adoptée pour le système des miroirs : ils sont logés dans une caisse métallique rectangulaire, laquelle se visse comme un oculaire sur le tirage qui termine le tube du télescope. Chaque miroir peut être déplacé dans son propre plan, par un mouvement instantané, de manière à se trouver ou sur le trajet des rayons, ou bien en dehors de ce trajet ; nous disons alors que le miroir est *mis* ou *ôté*. Quand le premier miroir est *ôté*, l'oculaire est dans l'axe principal du télescope, qui fonctionne comme s'il n'y avait point de miroirs. Quand le premier miroir est *mis*, le pinceau central venant de l'objectif rencontre le miroir sous un angle de 45 degrés, et pénètre dans l'oculaire, placé alors transversalement comme celui d'un télescope newtonien. Le second miroir

peut s'interposer à 45 degrés entre le premier miroir et la place transversale de l'oculaire ; il jette alors le pinceau central, après deux réflexions successives, dans une direction parallèle à l'axe principal du télescope, direction suivant laquelle on doit mettre, dans ce cas, l'axe de l'oculaire. Il est évident que le second miroir sera ôté pour observer avec le premier seul. (Voyez Pl. I, fig. 3, A et B.)

Le transport de l'oculaire dans trois situations différentes cause une perte de temps que l'on éviterait au moyen de trois oculaires égaux, laissés en place. Lorsqu'on emploie un seul oculaire, il ne faut pas que la mise au point soit changée par le déplacement de celui-ci.

Le système des miroirs doit être d'un accès facile pour el nettoyage.

L'oculaire que nous employons habituellement donne un grossissement de 95 fois, avec un champ de 18′.

IV. *Théorie du photomètre à diaphragme variable et à miroirs.*

L'éclat d'une étoile, vue à travers l'instrument, est proportionnel à l'aire de l'ouverture objective et au coefficient total de transmission. Ainsi, l'on peut écrire $E = m\,A.Q$; m étant un coefficient relatif au choix de l'unité d'éclat, A la surface ouverte de l'objectif, et Q le coefficient de transmission de l'instrument.

D'ailleurs $A = \frac{1}{4}\pi D^2$; D étant le diamètre actuel de l'ouverture objective.

Le coefficient Q se compose de deux parties : 1° du coefficient constant de transmission C, relatif à tous les verres du télescope ; 2° du coefficient variable de transmission dû aux miroirs d'extinction interposés. Dans notre

instrument, ce dernier coefficient est pour un seul miroir 0,053. Par conséquent, il serait pour deux miroirs semblables $0{,}053^2$, et pour *n* miroirs $0{,}053^n$. On aura donc en substituant ces valeurs :

$$E = m\left(\tfrac{1}{4}\pi D^2\right) C \times 0{,}053^n.$$

Il reste à fixer la valeur de C, égale au coefficient de transmission de l'objectif multiplié par celui de l'oculaire.

C comprend aussi deux parties : l'une relative à la lumière détournée par réflexion aux surfaces d'entrée et de sortie des lentilles, l'autre à la lumière absorbée par la substance des verres.

Le premier élément peut être exactement calculé au moyen de la formule de Fresnel, qui donne pour l'incidence perpendiculaire :

1° Quantité de lumière transmise à travers deux surfaces de crown = 0,9164.

2° Idem, à travers deux surfaces de flint = 0,0042.

3° Idem, pour un objectif, lumière transmise à travers deux surfaces de flint et deux de crown = 0,9164 × 0,8122 = 0,8103.

4° Idem, pour un oculaire à deux verres de crown, lumière transmise à travers les quatre surfaces = 0,9164 × 0,9164 = 0,8398.

5° Idem, à travers l'objectif et l'oculaire réunis : lumière transmise = 0,8103 × 0,8398 = 0,6805.

Ce dernier chiffre est un maximum, qui ne peut être dépassé avec des surfaces libres, c'est-à-dire non collées ensemble. D'ailleurs ce maximum ne peut être atteint, car les rayons ne rencontrent pas les surfaces sous des incidences exactement perpendiculaires, et le verre n'est jamais tout à fait transparent.

En ce qui concerne les oculaires, dont les lentilles ont toujours une faible épaisseur, on peut se contenter d'une correction relative à la perpendicularité des rayons. En supposant une inclinaison moyenne de 5° avec la normale, le coefficient de transmission pour chaque lentille descendrait de 0,9164 à 0,9132, et il serait pour les deux lentilles réunies $0,9132^2 = 0,8340$.

Quant aux objectifs on possède quelques mesures directes des coefficients de transmission. Ainsi, un objectif de Cooke, remarquable par sa grande transparence, et de 5 pouces $\frac{50}{100}$ de diamètre, avait pour coefficient 0,7928[1]. Un objectif de Fraunhofer, ayant 3 $\frac{2}{10}$ pouces d'ouverture, avait pour coefficient de transmission 0,7394.

Supposons que notre objectif fût aussi transparent que celui de Cooke, on aurait en l'associant avec un oculaire à deux verres composé comme il vient d'être dit :

$$0,7928 \times 0,8340 = 0,6612.$$

Mais si le coefficient de transmission de notre objectif était seulement égal à celui de l'objectif cité de Fraunhofer, on aurait :

$$0,7393 \times 0,8340 = 0,6166.$$

Ce sont là très-probablement des valeurs extrêmes entre lesquelles doit être comprise la valeur cherchée ; car notre objectif de Merz est certainement moins transparent que celui de Cooke, fait avec du verre de Chance. D'autre part on doit admettre que des progrès dans la fabrication du verre ont été accomplis à Benedictbauern depuis le temps de Fraunhofer. En fait, notre objectif est bien plus transparent qu'un objectif de trois pouces de Fraunhofer, que nous avons eu autrefois entre les mains.

[1] *Philosophical Transact.* pour 1869. Mémoire de T.-N. Robinson.

D'après ces considérations, le chiffre le plus probable pour le coefficient de transmission de l'instrument total ne doit pas s'éloigner beaucoup de 0,64, ce qui donnerait pour l'objectif seul 0,7674. Ces chiffres sont à vérifier par des expériences directes ultérieures.

Prenant pour coefficient de transmission de la lunette de 4 $\frac{1}{2}$ pouces le chiffre 0,64, considérons l'éclat d'une *même étoile*, vue à travers cette lunette, munie d'un grossissement qui permette à la totalité des rayons de pénétrer dans la pupille [1]. Cet éclat E aura pour mesure :

$$E = m\left(\tfrac{1}{4}\pi D^2\right) \times 0{,}64 \times 0{,}053^n.$$

n étant le nombre des miroirs, n et D sont les éléments supposés variables.

L'éclat d'une *étoile quelconque*, pour l'œil observant avec ce même instrument, sera, en appelant S l'éclat propre de l'étoile vue de la terre :

$$E = S \times m\left(\tfrac{1}{4}\pi D^2\right) \times 0{,}64 \times 0{,}053^n.$$

Maintenant, si l'on compare deux étoiles dont les éclats respectifs soient S′ et S″, et que pour chacune d'elles on détermine les variables n et D de manière à produire sur l'œil un effet lumineux égal, par exemple la limite de la visibilité, E étant le même pour les deux étoiles, on aura :

$$S'' \times m\left(\tfrac{1}{4}\pi D^{2}\right) \times 0{,}64 \times 0{,}053^{n'} = S'' \times m\left(\tfrac{1}{4}\pi D''^{2}\right) \times 0{,}53^{n''}$$

[1] Nous proposons d'appeler *clair-grossissement* d'un télescope le grossissement maximum qui laisse à l'instrument toute sa clarté, et qui a lieu lorsque le diamètre des pinceaux qui sortent de l'oculaire et qui se croisent au point où doit se placer l'œil, est justement égal à l'ouverture de la pupille. Le *clair-grossissement* a pour mesure le diamètre de l'ouverture objective divisé par le diamètre de la pupille. Lorsque le grossissement actuel est *au moins* égal au clair-grossissement, toute la lumière qui entre par l'objectif pénètre dans l'œil.

et par conséquent

$$\frac{S'}{S''} = \frac{D''^2 \times 0{,}053^{n''}}{D'^2 \times 0{,}053^{n'}}.$$

Appliquons cette formule, par exemple, au calcul d'une observation du Cœur de Charles qui a donné :

Étoile principale. . . S' $D' = 21^{mm},3$ $n' = 2$
Compagnon . . . . . S'' $D'' = 63^{mm},5$ $n'' = 1$

$$\frac{S'}{S''} = \frac{63{,}5^2 \times 0{,}053^1}{21{,}2^2 \times 0{,}053^2} = 169{,}3.$$

Ainsi l'éclat de la grande étoile était 169 fois celui de la petite.

Ayant déterminé par expérience D et n pour une ou plusieurs étoiles, on peut se proposer :

1° De trouver les rapports d'éclat de ces étoiles, c'est le problème qui vient d'être résolu.

2° De trouver l'éclat absolu de chacune des étoiles étudiées, c'est le problème qui reste à résoudre.

Calcul de l'éclat absolu d'une étoile.

On prendra provisoirement pour unité de lumière ou d'éclat, l'éclat d'une étoile qui cesserait d'être visible d'une manière permanente à l'œil nu si sa lumière s'affaiblissait un tant soit peu. L'observation a lieu dans les conditions ordinaires de la vision nocturne ; on sait que l'ouverture de la pupille, dans ces circonstances, est de 6 à 7 millimètres. Afin de préciser davantage, on dira que l'unité d'éclat stellaire est la quantité de lumière admise par une ouverture pupillaire de ω_1 millimètres, et qui ne donne pas encore lieu sur la rétine au phénomène de la vision intermittente. On suppose que l'image du point lumineux se forme exactement sur la rétine, et

qu'il s'agit d'un œil de sensibilité ordinaire. Il serait difficile de préciser davantage dès maintenant.

Une étoile, qui serait pour l'œil à la limite de visibilité dans une *lunette idéale parfaite*, c'est-à-dire *qui transmettrait toute la lumière incidente*, et dont l'objectif aurait 14 millimètres de diamètre, soit deux fois le diamètre de la pupille (fixé à 7 millimètres), ou quatre fois son aire, une telle étoile aurait $\frac{1}{4}$ d'unité d'éclat et ainsi de suite, le nombre des unités d'éclat étant égal à l'aire de la pupille divisée par l'aire de l'objectif, ou, ce qui revient au même, au carré du diamètre de la pupille divisé par le carré du diamètre de l'ouverture objective. Car, s'il faut recueillir par l'instrument m fois plus de lumière pour produire la même impression sur l'œil, cela prouve que l'étoile est m fois moins brillante.

Nous appelons *diamètre normalisé de la pupille* le diamètre ω_1 *choisi* dans la définition de l'unité d'éclat.

L'état absolu d'une étoile quelconque a pour mesure le carré du diamètre normalisé de la pupille, divisé par le carré de l'ouverture objective idéale de l'instrument qui montre l'étoile à la limite de visibilité, cette limite étant définie comme ci-dessus.

Ouverture objective idéale. — Pour appliquer le procédé de mesure qui vient d'être indiqué, il faut préalablement réduire l'ouverture objective du télescope réel à l'ouverture idéale équivalente d'un télescope à transmission parfaite, ou ne perdant aucune portion de la lumière qui le traverse. Comparons ce télescope idéal au télescope réel équivalent : la quantité finale de lumière reçue par l'œil à travers les deux instruments est la même ; la quantité de lumière émise par l'étoile est la même aussi,

ou si l'on veut c'est la même étoile que l'on regarde à travers chacun des deux instruments.

En appelant δ l'ouverture idéale cherchée on aurait donc :

$$m\,\tfrac{1}{4}\,\pi\,D^2 \times 0,64 \times 0,053^n = m\,\tfrac{1}{4}\,\pi\,\delta^2 \times 1 \times 1,$$

d'où l'on déduit

$$\delta = D\sqrt{0,64 \times 0,053^n} \quad \text{et aussi} \quad D = \frac{\delta}{\sqrt{0,64 \times 0,053^n}}$$

δ étant connu, on aura pour *l'éclat absolu* cherché K de l'étoile

$$K = \frac{\omega_1^2}{\delta^2}.$$

Ou bien en remplaçant δ par sa valeur :

$$K = \frac{\omega_1^2}{0,64 \times 0,053^n \times D^2}.$$

Formule cherchée.

Appliquons cette formule à calculer l'éclat de chacune des étoiles composant l'étoile double déjà mentionnée, 8 des Lévriers ou le Cœur de Charles, et supposons que l'on ait admis $\omega_1 = 7$ millimètres pour la détermination de l'unité. Nous aurons :

$$K' = \frac{49}{0,64 \times 0,053^2 \times 21,2^2} = 60,64 \quad \delta' = 0^{mm}.9.$$

$$K'' = \frac{49}{0,64 \times 0,053^1 \times 63,5^2} = 0,358 \quad \delta'' = 11^{mm}7.$$

L'éclat de la grande étoile serait de 61 unités et celui de la petite de 30 centièmes. Le rapport d'éclat des deux étoiles serait $\dfrac{60,63}{0,358} = 169$, comme ci-dessus.

La plus grande des deux étoiles serait évanescente dans une lunette idéale de 0,9 millimètres d'ouverture, et la plus petite dans un instrument semblable de 11,7 millimètres.

Distance photométrique. — On nomme *distance photométrique* d'une étoile quelconque A la distance à laquelle il faudrait placer *l'étoile unité* pour qu'elle apparût avec le même éclat que l'étoile A. Ce serait la distance réelle de l'étoile A, si toutes les étoiles avaient le même éclat et si la lumière ne subissait aucune extinction en traversant l'espace.

Les intensités étant en raison inverse des carrés de distances, réciproquement les distances seront en raison inverse des racines carrées des intensités, et l'on aura, en prenant pour unité la distance arbitraire de l'étoile d'unité d'éclat :

$$\text{Distance photométrique } l = \frac{1}{\sqrt{K}}.$$

$$\text{La formule } K = \frac{\omega_1^2}{\delta^2} \text{ donne } \sqrt{K} = \frac{\omega_1}{\delta}, \text{ d'où } \frac{1}{\sqrt{K}} = \frac{\delta}{\omega_1}.$$

Donc le quotient de l'ouverture objective idéale d'extinction par le diamètre normalisé de la pupille donne la *distance photométrique.*

Pouvoir pénétrant d'un télescope. — On nomme *pouvoir pénétrant* le chiffre par lequel il faudrait multiplier la distance d'une étoile vue à l'œil nu, pour avoir la distance à laquelle cette même étoile serait vue avec le même éclat dans le télescope. Le pouvoir pénétrant exprime la portée photométrique du télescope.

Le télescope augmente la quantité de lumière reçue par l'œil dans le rapport de la surface idéale de l'objectif à la surface de la pupille, ou de 1 à $\frac{\delta^2}{\omega^2}$; il permettra d'éloigner le corps éclairant dans le rapport de 1 à $\sqrt{\frac{\delta^2}{\omega^2}} = \frac{\delta}{\omega}$, pour une même quantité de lumière reçue

par l'œil. Le pouvoir pénétrant p a donc pour mesure $\frac{\delta}{\omega}$, et il change avec l'ouverture de la pupille. On voit aussi que le pouvoir pénétrant est *simplement proportionnel* au diamètre de l'ouverture objective.

On aurait pour le réfracteur de quatre pouces et demi $\delta = 121{,}5\sqrt{0{,}64} = 97^{mm}{,}20$, ouverture idéale équivalente.

Pour $\omega = 5^{mm}{,}08 = \frac{2}{10}$ de pouce anglais, chiffre d'ouverture de la pupille adopté par W. Herschel, on aurait :

$$\text{Pouvoir pénétrant} = \frac{97{,}20}{5{,}08} = 19{,}13.$$

et le réfracteur augmenterait $(19{,}13)^2 = 366$ fois l'éclat d'une étoile.

Par $\omega = 6$ millimètres, $p = \frac{96{,}20}{6} = 16{,}20$. Augmentation d'éclat d'un point lumineux $(16{,}20)^2 = 262$ fois.

Enfin, pour $\omega = 7$ millimètres on aurait $\frac{1}{4}$ pouvoir pénétrant $= 13{,}9$. Augmentation d'éclat $= 193$ fois.

Si l'on convenait de noter le pouvoir pénétrant des télescopes pour une ouverture toujours la même de la pupille et que l'on adoptât l'ouverture ω_1 choisie dans la détermination de l'unité d'éclat, le *pouvoir pénétrant* se confondrait avec la *distance photométrique*.

Ordre de grandeur des étoiles.

Si l'on adopte l'échelle géométrique suivant laquelle chaque ordre de grandeur représente un éclat $\frac{1}{\alpha}$ de celui de l'ordre qui précède, si l'on admet de plus qu'une étoile d'intensité 1 soit de grandeur B, on aura les deux séries correspondantes :

Éclat. . . .	α^{-4}	α^{-3}	α^{-2}	α^{-1}	1	α^{1}	α^{2}	α^{3}	α^{4}
Grandeurs.	$\beta+4$	$\beta+3$	$\beta+2$	$\beta+1$	β	$\beta-1$	$\beta-2$	$\beta-3$	$\beta-4$

K étant l'éclat et N l'ordre de grandeur, on a évidemment :

$$K=\alpha^{(B-N)}.$$

formule qui donne l'intensité en fonction de l'ordre de grandeur. Pour avoir N en fonction explicite de K, prenons les log. des deux membres de l'équation précédente :

$\log. K=\log. \alpha\,(B-N)$, d'où l'on déduit $N=B-\dfrac{\log. K}{\log. \alpha}$,

formule qui donne l'ordre de grandeur en fonction de l'éclat.

Pour connaître l'ouverture objective idéale d'extinction δ qui répond à un ordre quelconque N de grandeur, il suffit de remplacer K par sa valeur $\dfrac{\omega_1^2}{\delta^2}$, dans l'équation précédente : on a d'abord $\log. K=\log. \omega_1{}^2-\log. \delta^2$, puis substituant $N=B-\dfrac{\log. \omega_1{}^2-\log. \delta^2}{\log. \alpha}$, d'où l'on tire :

$$\log. \delta=\log. \omega_1-\tfrac{1}{2}\log. \alpha\,(B-N).$$

Résumé.

Nous avons établi les formules suivantes :

1° Rapport de l'éclat de deux étoiles :

$$\frac{K'}{K''}=\frac{D''^2\times R^{n''}}{D'^2\times R^{n'}}.$$

2° Éclat absolu d'une étoile :

$$K=\frac{\omega_1{}^2}{\delta^2}=\frac{\omega_1{}^2}{C\times R^n\times D^2}.$$

3° Ordre de grandeur d'une étoile :

$$N=B-\frac{\log. K}{\log. \alpha}.$$

4° Éclat, ou intensité lumineuse, d'une étoile dont l'ordre de grandeur est donné :

$$K = \alpha^{(B-N)}.$$

5° Ouverture objective idéale d'extinction correspondante à chaque ordre de grandeur :

$$\log. \delta = \log. \omega_1 - \tfrac{1}{2} \log. \alpha (B-N).$$

6° Ouverture objective idéale correspondante à une ouverture réelle donnée du télescope :

$$\delta = \Delta \sqrt{C \times R^n} = \Delta \sqrt{Q}.$$

7° Pouvoir pénétrant actuel du télescope :

$$p = \frac{\delta}{\omega}.$$

8° Distance photométrique en distances de l'étoile d'unité d'éclat :

$$l = \frac{1}{\sqrt{K}} = \frac{\delta}{\omega_1}.$$

ω. Ouverture linéaire réelle de la pupille :

ω_1. Ouverture linéaire normalisée de la pupille, soit ouverture choisie conventionnellement dans la définition de *l'unité d'éclat.*

D. Ouverture linéaire actuelle de l'objectif, amenant l'extinction dans les conditions indiquées par la formule.

Δ. Ouverture linéaire actuelle de l'objectif.

n. Nombre des miroirs d'extinction employés.

R. Coefficient de lumière réfléchie des miroirs d'extinction du photomètre.

C. Coefficient de lumière transmise dans le télescope photométrique sans les miroirs d'extinction.

Q. Coefficient total d'extinction.

B. Ordre de grandeur de l'étoile choisie comme unité d'éclat.

α. Nombre par lequel il faut multiplier l'éclat d'une étoile pour obtenir l'éclat de l'étoile correspondante de l'ordre précédent.

Échelle photométrique.

Dans les temps anciens, où, pour exprimer l'éclat relatif des étoiles, on les classa par ordre de grandeurs, il ne pouvait être question de mesures photométriques. Après bien des siècles d'habitude prise d'une échelle pratique des grandeurs, on apprit à substituer des mesures précises d'éclat à des évaluations numériques absolument incertaines. Il devint alors très-désirable d'établir un rapport simple et fixe entre l'éclat et l'ordre de grandeur de manière à donner à ce dernier élément une valeur astronomique positive. Toutefois la solution du problème se trouvait limitée par l'obligation de satisfaire en même temps à deux conditions en quelque mesure incompatibles : d'un côté, il ne fallait pas songer à modifier beaucoup une classification universellement acceptée depuis des siècles ; de l'autre, il importait que le rapport des intensités aux grandeurs fût aussi simple que possible.

Deux systèmes ont été proposés pour lier les intensités aux grandeurs. Selon le premier, indiqué par J. Herschel, on prend une étoile bien connue du ciel austral, α du Centaure, pour unité d'éclat et pour type d'une étoile de 1re grandeur, et l'on appelle étoile de 2me, 3me, 4me, n^{me} grandeur, celle qui aurait l'éclat de α de Centaure, transporté aux distances de 2, 3, 4..... n, l'unité de distance étant l'étoile de 1re grandeur. Les intensités correspondantes seraient évidemment $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16} \ldots\ldots \frac{1}{n^2}$.

J. Herschel nomme *échelle photométrique* un tel système de grandeurs.

Dans l'autre système, plus généralement suivi, l'éclat d'une étoile de chaque ordre est toujours une même fraction de celui de l'étoile correspondante de l'ordre qui précède immédiatement. A la série arithmétique croissante des grandeurs répond la série géométrique décroissante des intensités. La *raison* de celle-ci peut être choisie de manière à changer le moins possible les grandeurs pratiques admises depuis longtemps.

La série photométrique de J. Herschel concorde remarquablement bien avec l'échelle ordinaire des grandeurs, au moins dans les six premiers ordres, à la condition toutefois d'augmenter de 0,41 tous les chiffres de grandeurs, et de prendre pour l'unité d'intensité un éclat stellaire égal à celui de α du Centaure. Mais *l'échelle photométrique* de l'illustre savant anglais offre deux inconvénients graves, qui doivent empêcher de l'admettre comme série usuelle : le premier est que le rapport d'éclat de deux étoiles, la seule chose qui soit immédiatement mesurable, n'est pas contenu dans l'indication des ordres de grandeurs *indépendamment de l'unité absolue.* Le second inconvénient est le désaccord complet qui existe entre la série photométrique et l'échelle vulgaire, dès que l'on descend au-dessous de la 7me grandeur. C'est ainsi que la plus petite étoile visible dans le réflecteur de 20 pieds de W. Herschel et qui serait au plus de 20me grandeur selon cet illustre astronome, appartiendrait à la 320me grandeur de l'échelle photométrique. De plus les nuances de grandeur seraient trop multipliées pour les petites étoiles, l'incertitude des mesures portant sur un trop grand nombre d'unités de grandeur.

L'échelle géométrique n'offre aucun de ces inconvénients, mais elle laisse un peu arbitraire le choix du quo-

tient de la progression, sur lequel il serait cependant si nécessaire de s'entendre. Suivant que l'on tient à déranger le moins possible dans l'échelle vulgaire un petit nombre de grandes étoiles, ou bien un grand nombre de petites étoiles, la *raison* ou le *quotient* à choisir changent, au moins dans les limites de 3 à 2, le chiffre le plus fort appartenant aux étoiles les plus brillantes. Une certaine valeur moyenne pour le dénominateur de la raison $\frac{1}{\alpha}$ oscille autour de $2\frac{1}{2}$; $\alpha = 2{,}83$ et $\alpha = 2{,}43$ ont été successivement préférés. $\alpha = 2{,}519$ est une des valeurs les plus récentes. Dans une telle question, où il importe avant tout de s'entendre, les nombres simples devraient être seuls admis. Il n'y aurait guère alors à choisir qu'entre $\alpha = 2\frac{1}{2}$ et $\alpha = 2$. La première valeur changerait le moins possible l'ensemble des grandeurs admises; la seconde, qui dérangerait un peu les grandes étoiles, serait plus satisfaisante à cause de sa simplicité, et peut-être sera-t-elle exclusivement employée dans l'avenir. Mais une transition est peut-être aussi nécessaire, et se trouverait dans l'adoption provisoire du quotient $2\frac{1}{2}$.

Quant aux étoiles télescopiques, les grandeurs sont ici moins fixées, et les deux quotients 2 et $2\frac{1}{2}$ pourraient également leur convenir. Cela est bien visible dans les exemples suivants, calculés au moyen des formules de la page 231 et en faisant $\omega_1 = 7$ millim. $B = 6^{me}$ grandeur.

1er *exemple*. Suivant *Dawes*, une lunette de 2 pouces anglais (=51 millimètres) d'ouverture montre jusqu'aux étoiles de la $9\frac{3}{4}$ grandeur, ce qui répond aux étoiles de $10\frac{1}{5}$ grandeur de J. Herschel. On aurait :

1° Ouverture idéale équivalente :

$$\delta = 51\sqrt{0{,}64} = 40^{mm}{,}8.$$

2° Intensité de la dernière étoile visible :

$$K = \frac{\omega_1^2}{\delta^2} = 0,029440.$$

3° Ordre de grandeur, idem, $N = \log. B - \frac{\log. K}{\log. \alpha}$.

En faisant $\alpha = 2\frac{1}{2}$, on a $N = 9^{me},85$ grandeur. Avec $\alpha = 2$, on aurait $N = 11^{me},19$ grandeur.

2me *exemple*, Nous tenons du Rév. Père Secchi que le grand réfracteur de neuf pouces ($= 243^{mm}$) de l'observatoire de Rome montre jusqu'aux étoiles de la 12me grandeur de Struve, ou de la 17me grandeur de Herschel, on aurait comme ci-dessus :

1° Ouverture idéale équivalente : $\delta = 194^{mm},4$.

2° Intensité de la plus petite étoile visible :

$$K = 0,001297.$$

3° Ordre de grandeur de cette étoile. En faisant $\alpha = 2\frac{1}{2}$, on a $N = 13^{me},25$ grandeur, $\alpha = 2$ donnerait $N = 15^{me},59$ grandeur.

3me *exemple*. Nous lisons dans l'astronomie d'Arago que le grand réfracteur de Pulkova, de 13 ½ pouces (365^{mm}) d'ouverture, montre jusqu'aux étoiles de 13me grandeur selon Struve.

1° Ouverture idéale équivalente, $\delta = 292^{mm}$. En l'absence de toute donnée particulière, nous avons admis le même coefficient de transmission, $= 0,64$ pour ce réfracteur, celui de Rome et le nôtre; ces trois instruments étant du même constructeur.

2° Intensité de la plus petite étoile visible :

$$K = 0,000575.$$

3° Ordre de grandeur, idem. En faisant $\alpha = 2\frac{1}{2}$, on a $N = 14,14$, $\alpha = 2$ donnerait $N = 17,21$.

4me *exemple*. Le réflecteur front-view de 20 mètres de

distance focale de W. Herschel, instrument dont le miroir a 18 $\frac{8}{10}$ pouces anglais ($=477^{mm},5$) de diamètre, montre jusqu'aux étoiles de 20me grandeur de W. Herschel, ce qui répond à peu près aux étoiles de 14me grandeur de Struve.

1° Ouverture idéale équivalente :

$$\delta = 477,5 \sqrt{0,6726 \times 0,9132} = 374^{mm},2.$$

Le premier facteur du coefficient de transmission placé sous le radical est le pouvoir réflecteur du miroir d'après les mesures de W. Herschel. Le second facteur est le coefficient de transmission d'un oculaire à un seul verre, selon les valeurs adoptées ci-dessus (page 222).

2° Intensité de la plus petite étoile visible :

$$K = 0,00035.$$

3° Ordre et grandeur de cette étoile. En faisant $\alpha = 2\frac{1}{2}$ on a $N = 14,68$, $\alpha = 2$ donnerait $N = 17,22$.

Échelle photométrique. Si, pour les mêmes instruments, on voulait déterminer l'ordre de grandeur des plus petites étoiles visibles de la série photométrique de J. Herschel, la formule $N_1 = \frac{B}{\sqrt{K}} = \frac{6}{\sqrt{K}}$, dans laquelle K est l'intensité rapportée aux mêmes unités que ci-dessus, donnerait immédiatement :

	Grandeur.
1° Chercheur de 2 pouces de Dawes	$N_1 = 35^{me}$
2° Réfracteur de l'observatoire de Rome . .	$N_1 = 167^{me}$
3° Réfracteur de Pulkowa	$N_1 = 250^{me}$
4° Réflecteur de 20 pieds de J. Herschel. . .	$N_1 = 320^{me}$

Ouvertures d'extinction pour les différents ordres de grandeurs. — Il serait facile de calculer les ouvertures δ d'extinction pour chaque ordre N de grandeur, et pour des valeurs déterminées de ω_1, α et B. Par exemple, si l'on

pose $\omega_1 = 7$ millimètres, $\alpha = 2\frac{1}{2}$, $B=5$, on a, pour les dix-huit premiers ordres de grandeurs et au moyen de la formule, $\log.\delta = \log.\omega_1 - \frac{1}{2}\log.\alpha\,(B-N)$..... (page 231).

Grandeur.	Ouverture d'extinction.	Grandeur.	Ouverture d'extinction.	Grandeur.	Ouverture d'extinction.
	mm		mm		mm
1	0,71	7	11,1	13	173
2	1,12	8	17,5	14	273
3	1,77	9	27,6	15	433
4	2,80	10	43,8	16	684
5	4,43	11	67,2	17	1081
6	7,00	12	109	18	1709

Les ouvertures d'extinction données ci-dessus en millimètres sont idéales, c'est-à-dire qu'elles se rapportent à un télescope qui transmettrait à l'œil toute la lumière incidente. Pour passer des ouvertures idéales aux ouvertures réelles, il suffit d'ajouter 25 % aux diamètres objectifs pour les réfracteurs ordinaires. La valeur exacte de l'ouverture réelle est donnée par la formule $\Delta = \frac{\delta}{\sqrt{Q}}$, où Q est le coefficient de transmission total.

L'échelle des grandeurs, quelle que soit la loi qui l'ordonne, exige un point de départ fixe, de même que la mesure des intensités exige la détermination préalable d'une unité d'intensité. Dès l'instant que les grandeurs ne sont plus arbitraires, ces deux points de départ doivent être liés. Nous terminerons par quelques remarques sur ce difficile sujet.

Choix de l'unité d'éclat.

La détermination d'une unité de quantité de lumière peut être cherchée :

1° Dans les astres dont l'éclat serait invariable.

2° Dans les moyens qui existeraient de produire de la lumière en quantité constante.

3° Dans la mesure des effets de la lumière elle-même.

Le second moyen est généralement exclu, parce que l'on ne connaît jusqu'ici aucune lumière artificielle dont l'intensité soit assez constante pour servir d'unité photométrique précise.

Le troisième moyen laisse le choix entre : *a*) effet de la lumière sur les corps inertes ; *b*) effet de la lumière sur l'œil lui-même, considéré comme étant l'objet qui doit subir la modification caractéristique de l'intensité absolue de la lumière.

Les effets de la lumière sur les corps inertes sont autres que sur l'œil; ils peuvent servir utilement à étudier les radiations de natures diverses qu'envoient les astres, radiations qui ne sont pas de la lumière, dans le sens strict du mot. Si la lumière est une impression que produisent sur l'œil certaines de ces radiations, il faudra toujours considérer l'œil, en définitive, dans la fixation de l'unité de lumière. Mais si l'on veut considérer l'impression dont il s'agit dans sa cause, afin d'obtenir une plus grande constance, il faudra mettre en rapport, dans les meilleurs termes possibles, l'impression subjective et les causes extérieures capables de la produire. C'est le point de vue auquel se rattachent les développements qui suivent.

L'œil témoigne d'une quantité absolue de lumière lorsque la cause extérieure commence à être assez énergique pour donner lieu à une impression positive de clarté, ou bien encore pour rendre possible la distinction de détails invisibles ou inappréciables dans une lumière plus faible.

Comme il s'agit actuellement de points stellaires, nous choisissons l'instant où la lumière croissante d'une faible étoile commence à produire sur l'œil une impression con-

tinue (l'impression était discontinue pour une intensité moindre) et nous prenons la clarté de cette étoile, à cet instant, pour unité d'éclat. Nous admettons de plus :

1° Que l'image se forme exactement sur la rétine, c'est-à-dire que l'ajustement de l'œil de l'observateur est parfait, ou rendu tel, pour les objets éloignés.

2° Que l'ouverture de la pupille est constante et égale à ω_1 millimètres, chiffre qui ne doit pas être pris très-différent de l'ouverture nocturne de la pupille, c'est-à-dire de 7 millimètres.

Ces deux conditions sont aisément et à la fois remplies, en observant l'étoile unité non pas à l'œil nu, mais suivant l'indication de Struve à l'aide d'une petite lunette dont l'ouverture idéale est de ω_1 millimètres (7 millimètres d'ouverture idéale répondraient à 8 $\frac{1}{2}$ millimètres environ d'ouverture réelle) et le grossissement compris entre deux et trois fois. La quantité de lumière recueillie sera bien celle qui entrerait dans une ouverture nue de ω_1 millimètres, et toute cette lumière atteindra la rétine. puisque, par l'effet du grossissement, le pinceau sortant de l'oculaire sera réduit à une largeur de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{3}$ d'ω_1, inférieure au diamètre nocturne de la pupille. D'ailleurs, la mise au point exacte sera toujours possible à l'aide de la crémaillère du tirage oculaire.

Nous devons observer que le diamètre de 7 millimètres, attribué ici provisoirement à l'ouverture nocturne de la pupille, résulte d'expériences directes que nous avons exécutées il y a peu de temps avec le concours d'un ami, et en faisant usage du procédé suivant : Le réfracteur de 4 $\frac{1}{2}$ pouces a été muni d'un oculaire très-faible, donnant un anneau oculaire de largeur supérieure au diamètre nocturne probable de la pupille. En observant de nuit un

point de lumière extrêmement faible, c'est-à-dire en se plaçant dans les conditions mêmes pour lesquelles on recherche ici l'ouverture de la pupille, on fermait graduellement le diaphragme variable de l'objectif jusqu'à l'instant où une diminution appréciable survenait dans l'intensité du point lumineux évanescent. On notait alors l'ouverture du diaphragme objectif, d'où il était facile de conclure celle de l'anneau oculaire, et, par conséquent, le diamètre égal de la pupille, mise pour l'observation dans le plan de l'anneau. Il est évident que la première diminution de lumière a lieu peu après que l'anneau oculaire a cessé de déborder la pupille. Nous avons l'intention de continuer ces expériences.

L'unité d'éclat stellaire que nous avons définie paraît être convenable numériquement : elle donne, pour les étoiles visibles à l'œil nu des nombres qui expriment immédiatement leurs rapports d'intensité avec la plus petite des étoiles visibles de la même manière. Le point de départ pour la mesure de l'éclat des objets télescopiques se trouve précisément marqué par l'étoile avec laquelle commence la chaîne d'intensités décroissantes de ces objets. Il est vrai que, pour ceux-ci, le chiffre d'intensité est fractionnaire, mais on peut éviter le petit inconvénient de notation qui en résulte par l'emploi constant des unités décimales.

Il faut aussi compter pour un avantage que l'unité n'étant pas arbitraire, mais liée simplement à notre faculté de voir, il sera plus facile de s'entendre que si l'on eût pris quelque unité arbitraire, par exemple, une étoile de première grandeur ; car laquelle choisir ? et qu'est-ce précisément qu'une étoile de première grandeur ?

Cependant, sans être arbitraire, notre unité est sus-

ceptible d'une petite variation qu'elle peut subir sans perdre ses avantages essentiels; le diamètre *normalisé* ω_1 de la pupille peut être choisi conventionnellement entre des nombres voisins, ce qui permet de faire concorder mieux l'échelle régulière des grandeurs avec les échelles vulgaires, augmentant ainsi la ressource qu'offrent déjà pour cet objet les constantes α et B dont on dispose.

Il reste une seule cause d'incertitude : celle qui résulte des différences de sensibilité qui existent entre les yeux de différentes personnes, même avec une ouverture identique de la pupille et un ajustement parfait pour les images stellaires.

Unité secondaire. — Les vues évidemment exceptionnelles mises de côté, il resterait à composer l'unité des moyennes de résultats obtenus par un nombre suffisant d'observateurs divers. Une fois cette épreuve faite, il faudrait en exprimer le résultat de telle manière que chaque observateur pût, à tout instant, y chercher le chiffre de correction particulier, la *tare* de son œil. Un tel résultat pourrait être atteint en choisissant un certain nombre d'étoiles de diverses grandeurs, distribuées à peu près uniformément dans le ciel et prises parmi celles qui n'offrent pas de variations bien sensibles d'éclat[1]. Dans l'épreuve fondamentale, chaque observateur noterait l'éclat de chacune des étoiles de la liste photométrique acceptée, après avoir choisi pour lui-même l'unité d'éclat, au moyen de la petite lunette d'épreuve, ou du photomètre qui peut la remplacer. La moyenne de tous les résultats obtenus par les différents observateurs, pour une même étoile, donnerait l'éclat de celle-ci, sensiblement corrigé pour les

[1] Par exemple, les étoiles fondamentales de Greenwich, en excluant toutes celles dont la variabilité est très-marquée.

différences de sensibilité des yeux. La *somme des intensités* de toutes ces étoiles donnerait une *nouvelle unité d'intensité* sensiblement corrigée pour les variations d'éclat des étoiles composantes, et à laquelle on rapporterait l'unité moyenne d'éclat, puis l'éclat individuel et toutes les composantes. Et ces nombres seraient corrigés à mesure d'observations nouvelles.

L'observateur isolé fixerait pour lui, toutes les fois qu'il jugerait à propos de le faire, la *valeur corrigée de son* ω_1 en mesurant l'éclat du plus grand nombre possible d'étoiles de la liste photométrique et modifiant son ω_1, de manière à obtenir le chiffre normal d'intensité, relatif au total des étoiles qu'il a effectivement observées.

Les autres avantages qu'offre notre *unité secondaire* sont les suivants :

1° L'emploi des photomètres *par comparaison* est rendu plus facile, et les résultats obtenus des deux classes de photomètres visuels deviennent immédiatement comparables.

2° Les corrections qu'exigent les observations photométriques en conséquence de l'état de l'atmosphère sont rendues beaucoup plus faciles. Ces corrections sont de trois sortes :

a. Pour l'épaisseur croissante de l'atmosphère du zénith à l'horizon, et l'affaiblissement qui en résulte dans l'éclat des étoiles, affaiblissement qui est fonction de la distance zénithale[1].

b. Pour l'illumination du champ.

c. Pour les variations accidentelles de transparence

[1] Cette correction est assez bien connue pour de faibles altitudes par les travaux de Seidel. Voici quels sont, d'après cet observateur, les coefficients par lesquels il faut multiplier l'éclat des étoiles, suivant

résultant de la présence dans l'air, de l'eau ou des poussières atmosphériques, en quantités plus ou moins considérables, et alors même que l'on borne les observations aux nuits claires.

L'observateur trouvera toujours dans la région du ciel occupée par l'objet qu'il étudie, quelques étoiles dont l'éclat réel moyen lui sera connu, et dont l'éclat effectif lui donnera la mesure de la puissance avec laquelle agissent les causes atmosphériques d'affaiblissement ou d'extinction. Quant aux corrections relatives aux étoiles types elles-mêmes, et qui ont dû leur être préalablement appliquées pour obtenir le chiffre de l'éclat réel, elles sont données par la comparaison d'une même étoile à différentes hauteurs sur l'horizon et dans différents états de clarté et de transparence du ciel. La clarté du ciel se mesure en fermant l'ouverture du photomètre jusqu'à ce que l'on ne distingue plus les limites du champ ; c'est ce que nous appelons *éteindre le ciel.*

La plus grande difficulté qui existe dans les observations photométriques est celle qui résulte de la différence de couleur des étoiles. Dans les photomètres *par comparaison,* c'est l'embarras de prononcer sur l'égalité de deux lumières de couleurs différentes. Dans les instruments par extinction, c'est l'*impressionnabilité* de la rétine, différente selon les couleurs, d'une personne à l'autre. Bien que, en principe, on ne puisse pas comparer exactement

leurs distances zénithales, pour obtenir l'éclat au zénith. Seidel donne, de degré en degré, les log. des chiffres de correction.

z	Coefficient.	z	Coefficient.	z	Coefficient.
15°	1,0023	40°	1,0399	65°	1,380
20°	1,0069	45°	1,0666	70°	1,552
25°	1,0115	50°	1,109	75°	1,853
30°	1,0162	55°	1,166	80°	2,443
35°	1,0280	60°	1,250	85°	4,830

deux choses de nature différentes, cependant comme la lumière résulte immédiatement d'un état vibratoire particulier de la rétine, on peut dire que deux lumières sont égales *subjectivement*, quelle que soit leur couleur, lorsqu'elles répondent à des sommes égales de force vive moléculaire de la rétine, et égales *objectivement* lorsque les radiations qui les produisent contiennent la même somme de force vive. Ces considérations doivent empêcher de renoncer trop tôt à chercher le moyen de comparer exactement deux lumières de couleurs différentes, mais il faut avouer que jusqu'ici, dans cette recherche, le succès n'a pas été grand [1].

En attendant que le problème dont il s'agit soit résolu, il sera bon, ainsi que l'a proposé M. le prof. Plantamour, de former des séries distinctes composées chacune d'étoiles de même couleur directement comparées entre elles.

Il est douteux si l'emploi d'intermédiaires augmente l'exactitude des mesures. Une lumière bleue, par exemple, devant être comparée numériquement avec une jaune, on la compare avec une lumière intermédiaire verdâtre, et celle-ci avec la jaune. La comparaison est plus facile, moins incertaine, mais il y a deux erreurs au lieu d'une seule.

L'emploi d'une lumière artificielle, mise en œuvre comme lumière intermédiaire, comme on le fait souvent dans les photomètres par comparaison, permet de réaliser très-facilement la teinte jugée la plus convenable, par l'interposition de verres ou de liquides colorés (Zöllner).

[1] Il est facile d'égaliser, par divers moyens, la couleur des deux lumières à comparer, et l'on peut croire ainsi que l'on a résolu le problème. Mais quand on cherche à mesurer l'effet du modificateur introduit, afin d'en tenir compte, on s'aperçoit bientôt que la difficulté a été seulement déplacée.

Quant au reste, il suffit que la lumière intermédiaire demeure assez constante dans l'intervalle de deux observations consécutives, résultat qu'il n'est pas impossible d'obtenir d'une flamme de pétrole, d'une lampe Carcel ou d'une bougie. John Herschel a aussi employé comme intermédiaires la lumière de la Lune et celle de Jupiter. Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'une lumière intermédiaire doit présenter aussi le même aspect, et à peu près les mêmes dimensions apparentes que les lumières à comparer. Lorsqu'il s'agit d'étoiles, on donne à la lumière de comparaison l'aspect d'un point stellaire par l'interposition d'une lentille convergente ou divergente à court foyer, ou bien par réflexion sur une petite sphère de métal poli, telle que la boule d'un thermomètre. Lorsqu'il s'agit de nébuleuses ou d'objets semblables, la lumière de comparaison reçoit un aspect convenable par réflexion sur de petites boules d'ivoire, ou sur des lames d'ivoire partiellement recouvertes d'un écran, ou bien encore par transmission à travers des feuilles translucides. Dans les instruments destinés à mesurer l'éclat relatif de lumières terrestres, de formes, de dimensions et d'aspect différents, et lorsqu'il s'agit de mesurer la quantité totale de lumière émise, plutôt que l'état intrinsèque, on uniformise les effets des lumières à comparer en faisant servir ces lumières à éclairer des surfaces diffusantes telles que du papier blanc (Bouguer), ou des lames de verre féculisées (Foucault). C'est alors la lumière diffusée uniforme que l'on observe, et la comparaison devient facile.

L'étude détaillée de ces particularités et de beaucoup d'autres relatives à l'emploi des photomètres dépasserait de beaucoup les limites assignées au résumé actuel. Le sujet, dans son ensemble, réclamerait un traité de photo-

métrie qui fût pour notre époque l'équivalent du traité de Bouguer [1], et qui n'existe pas aujourd'hui, du moins en langue française. D'autre part, la photométrie astronomique mériterait, par son importance, d'être cultivée dans quelques observatoires spéciaux, où l'on réunirait tous les appareils dont la comparaison est désirable dans l'état actuel de la science. Le sujet est aussi de ceux qui appellent l'association.

Quant aux observations que nous avons faites depuis quelques années, à l'aide du photomètre à ouverture variable et à miroirs, elles doivent être complétées pour mériter une place dans les archives de la science.

Explication des figures.

Fig. 1. Le diaphragme variable, à demi ouvert, vu du côté extérieur.

Fig. 2. Appareil destiné à enregistrer les observations : *d.d*, les disques de porcelaine ; — *l*, guide pour le crayon ; — *i*, index des divisions de la roue *z*, marquant l'ouverture du diaphragme ; — *k*, bouton à l'aide duquel on fait varier l'ouverture du diaphragme.

La figure ne montre pas la fine denture que porte la circonférence de la roue *z*, non plus que le pignon monté sur l'axe *d'*, qui engrène avec cette roue.

Fig. 3. Système des miroirs d'absorption : A, vu de face ; — B, vu de côté ; — *m.m*, miroirs ; — *n.n*, boîtes rectangulaires dans lesquelles viennent se loger les miroirs lorsqu'ils sont *ôtés* ; — *o.o*, boutons à l'aide desquels on *met* et *ôte* les miroirs ; — *t*, extrémité du tube porte-oculaire du télescope ; — 1, situation de l'oculaire pour 0 miroir employé ; — 2, idem, pour un miroir ; — 3, idem, pour deux miroirs.

[1] Bouguer, *Traité d'optique sur la gradation de la lumière*, publié par Lacaille ; 1 vol. in-4°, 1760.

DE

L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DES LARVES DE GRENOUILLES

PAR

M. J.-B. SCHNETZLER

Professeur à l'Académie de Lausanne.

M. F. Edwards (*Traité de l'influence des agents physiques sur la vie,* Paris, 1824) tire, de ces expériences, la conclusion que des larves de grenouilles, privées de l'influence de la lumière, ne peuvent pas se développer complétement et devenir des grenouilles parfaites.

Deux savants anglais, MM. John Higginbottom et Robert Mac Donnell, arrivent, à la suite de nombreuses expériences, à des conclusions opposées à celles d'Edwards.

D'après M. Higginbottom (Influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille, *Journal de la Physiologie,* etc., du docteur Brown-Séquard, tome VI, n° XXII, 1863), la métamorphose complète des têtards s'effectue aussi bien dans l'obscurité qu'à la lumière ; l'absence de la lumière ne retarde en rien cette métamorphose.

Le 11 juin, M. Higginbottom plaça, dans trois caves obscures, des cuvettes en terre vernie contenant deux pintes d'eau et de l'herbe afin de pourvoir les têtards de nourriture. La cave la plus profonde est de 30 pieds et

sa température moyenne de 10°,55 C. La cave moyenne est de 18 pieds et la température moyenne est de 11°,66. La troisième cave est de neuf pieds de profondeur; température moyenne 13°,33. L'eau fut changée tous les deux jours. Dans chaque vase, il mit vingt têtards *sur le point de subir leur métamorphose*, ce qui, d'après l'observateur, est de beaucoup préférable à commencer par les œufs. Nous reviendrons plus tard sur cette condition.

Dans la cave supérieure, dix têtards étaient devenus des grenouilles dès le 8 septembre. Dans la cave intermédiaire, dix étaient métamorphosés le 22 septembre. Dans la cave la plus profonde, au 20 octobre, huit seulement étaient devenus des grenouilles. Ces résultats sont sans doute frappants; mais l'influence de la lumière était-elle complétement exclue dans ces caves de différente profondeur. Est-ce la seule différence de la température qui explique le retard de la métamorphose à mesure que la cave devient plus profonde et naturellement plus obscure.

M. Mac Donnell (Exposé de quelques expériences concernant l'influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille commune, *Journal de la physiologie*, etc., tome II, 1859) appuie de ses expériences les conclusions de M. Higginbottom qui en avait déjà publié une partie dans les *Philosophical Transactions*, 1850.

Le 19 avril, M. Mac Donnell remplit d'eau fraiche deux vases en terre d'un pied de haut et larges de cinq pouces. Cent têtards, dont un grand nombre avaient déjà perdu les branchies extérieures, furent mis dans chacun des vases, où un filet fut placé en guise de diaphragme.

de façon à empêcher les têtards de s'approcher de plus de deux pouces de la surface de l'eau. Un de ces vases (A) fut mis à la fenêtre: l'autre (A′) dans un grand coffre qui était parfaitement obscur lorsqu'il était clos. On ne donna d'aliments ni aux uns, ni aux autres de ces têtards. 21 avril, cinquante-trois têtards dans le vase (A) sont morts; tous sont vivants dans le vase (A′). 22 avril. tous les têtards du vase A′ furent trouvés morts, à l'exception de quatre petits venant de perdre leurs branchies extérieures. Le soir du même jour, tous sont morts dans les deux vases.

Cette expérience, peu concluante quant à l'influence de la lumière, montre que la présence de l'oxygène est une des plus essentielles conditions pour le développement et la vie des têtards.

Dans une autre expérience, deux vases en verre, de forme et de capacité semblables à celles des vases de l'expérience précédente, furent remplis d'eau fraîche, et cent têtards furent mis dans chacun. L'un d'eux, C, fut mis à la fenêtre; l'autre C′, tenu dans l'obscurité dans un grand coffre. Dans les deux vases, les têtards furent nourris de chair de grenouille qu'ils mangèrent avec voracité.

L'expérience fut commencée le 19 avril. On changea l'eau dans les deux vases le 10 mai, à cause de la quantité considérable de matière confervoïde formée dans le vase C. Il y avait soixante têtards en vie dans ce vase et cent dans l'autre. Le 25 mai, nouveau changement d'eau, à cause de la matière confervoïde formée dans le vase C. Il y avait 29 têtards vivants dans ce vase, et 36 dans le vase C′. Aucun signe de transformation. Le 21 juin, l'eau fut encore changée; quatre vivants dans le vase C, et sept dans le

vase D′. Un de ceux du vase C a ses membres postérieurs commençant à paraître. Le 1[er] août, un des têtards du vase C était mort; un de grande dimension fut retiré pour être conservé; les deux autres se transformèrent et devinrent des grenouilles. Dans le vase C′ il y en avait encore un vivant, qui mourut bientôt sans s'être transformé.

Il me semble que les expériences de M. Mac Donnell ne permettent pas de conclure que le développement des têtards se fait aussi bien et tout aussi vite dans l'obscurité qu'à la lumière, et que, si la lumière a de l'influence, c'est seulement en produisant des organismes végétaux qui leur servent de nourriture, ou par une élévation de température qui accélère manifestement dans certaines limites leur développement. Il y avait, dans les expériences de M. Mac Donnell, une condition défavorable, quelle que soit la conclusion qu'on en tire. Le volume d'eau contenu dans un vase d'un pied de haut et de cinq pouces de large n'était pas suffisant pour cent têtards, dont un grand nombre avaient déjà perdu les branchies extérieures.

M. C. Semper (Ueber die Wachsthums-Bedingungen des Lymnæus stagnalis) démontre d'une manière évidente la nécessité d'un certain volume d'eau pour chaque individu parmi les animaux aquatiques, abstraction faite de la nourriture, température, etc.

Dans une notice, publiée dans le *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* (vol. XIII, n° 72), j'ai tiré de mes expériences la conclusion que, la nourriture, la température et le volume d'eau étant aussi semblables que possible pour des larves de grenouilles, placées les unes dans l'obscurité et les autres à la lumière, la privation de la lumière diminue et arrête la formation

de la matière colorante de la peau; elle retarde le développement et les fonctions des poumons; elle arrête ou retarde le développement des membres.

Ces observations furent reprises cette année (1874) sur des larves de Rana temporaria, provenant d'œufs pris dans un étang à la fin du mois de mars. Une partie de ces œufs fut placée dans un bocal en verre blanc, bien transparent et contenant 2,000 centimètres cubes d'eau avec une bonne provision d'une plante aquatique (Elodea canadensis). Une portion plus petite de ces mêmes œufs fut placée dans un vase de verre de couleur verte [1], renfermant 1100 centimètres cubes d'eau et la même plante que le vase précédent. Le premier de ces vases (n° 1), de même que le second (n° 2) furent exposés devant une fenêtre du côté du nord-est à la lumière ordinaire du jour. La température était donc identique; la nourriture était la même. Le volume d'eau correspondant à chaque œuf dans les deux vases était le même: mais, dans le vase n° 1, la lumière passait à travers du verre blanc ou plutôt incolore, et, dans le vase n° 2, elle ne pouvait pénétrer dans l'eau qu'à travers du verre de couleur verte.

Les larves du vase n° 1, sorties de l'œuf, grandirent rapidement. A la fin du mois de mai, elles avaient 4 centimètres de longueur, et les pattes de derrière étaient développées chez la plupart d'entre elles.

Les larves du vase n° 2 sortirent quelques jours plus

[1] Grâce à l'obligeance de mon collègue M. le professeur Louis Dufour, qui a bien voulu examiner au spectroscope le verre que j'ai employé, je puis ici ajouter que mon verre coloré d'une teinte verte-bleuâtre présente une absorption plus forte du violet et du rouge extrême, puis du rouge, limite de l'orangé, plus grande transmission du bleu, du rouge moyen et surtout du jaune et du *vert*. Je saisis cette occasion pour exprimer toute ma reconnaissance à M. Dufour.

tard de l'œuf que celles du vase du n° 1 : elles présentaient une coloration noire très-prononcée; mais, elles restèrent petites, et, à la fin de mai, elles avaient à peine une longueur de deux centimètres; pas trace de pattes postérieures.

Le 10 juin, les larves du vase n° 1 montrent leurs pattes de devant; quelques-unes d'entre elles sont presque complétement transformées en grenouilles. Celles du vase n° 2 toujours bien noires et très-vives, n'ont pas traces de pattes. Elles respirent encore presque exclusivement par leurs branchies intérieures.

Le 15 juillet, toutes les larves du vase n° 1 ont achevé leur métamorphose; celles du vase n° 2 n'ont pas encore la moindre trace de pattes. Les douze larves du premier vase avaient chacune à sa disposition 166 centimètres cubes d'eau. Les sept larves du vase n° 2 avaient au commencement chacune 157 centimètres cubes d'eau. Pour les mettre dans les meilleures conditions, on enleva quatre larves du vase n° 2 et on les plaça dans le premier vase.

Chacune des trois larves restantes avait donc à sa disposition 366 centimètres cubes d'eau. Cette eau fut souvent renouvelée, de même que les plantes qui servaient de nourriture aux larves. Deux de ces larves furent dévorées par la troisième qui restait seule en possession de 1100 centimètres cubes d'eau. Malgré ces conditions favorables, elle ne présentait à la fin de juillet que 3,5 centimètres de longueur; elle n'avait pas traces de pattes et respirait principalement par ses branchies intérieures.

Les quatre larves du vase n° 2, transportées le 4 juin dans le vase n° 1, se développèrent plus lentement que celles qui s'y trouvaient dès le commencement de l'expérience; les parois de ce vase s'étaient couvertes d'un enduit vert

formé d'algues. Celles-ci furent enlevées à l'aide de la brosse; dès lors, les larves se développèrent plus rapidement. Le 15 juillet, époque où les premières larves du vase n° 1 étaient toutes métamorphosées, celles importées du vase n° 2 commençaient à pousser leurs pattes postérieures. L'une d'entre elles s'est entièrement transformée; une autre a été dévorée par ses compagnons; il reste encore deux larves qui sont en train de subir leur métamorphose (fin juillet).

Les plantes du vase n° 1 dégageaient sous l'influence de la lumière beaucoup d'oxygène; celles du vase n° 2 en dégageaient moins; cependant elles restaient vertes et produisaient de nouvelles pousses. Pour compenser le manque d'oxygène, l'eau fut souvent renouvelée de même que les plantes. Malgré quelques différences, provenant de l'eau et des plantes contenues dans les deux vases, il est néanmoins évident que la différence principale qui existait entre les larves de ces deux vases, consistait dans la nature différente de la lumière qui pénétrait dans chacun d'eux.

Moleschott (Licht und Leben, p. 25) a démontré que des grenouilles placées dans l'obscurité exhalaient moins d'acide carbonique que des grenouilles qui recevaient la lumière du jour.

Le travail de la nutrition était donc plus énergique sous l'influence de la lumière. Les nerfs des grenouilles placées dans l'obscurité étaient moins impressionnables pour des courants galvaniques que les nerfs des grenouilles exposées à la lumière. Quoique le célèbre physiologiste fasse allusion à l'hypothèse de l'intervention de l'ozone produit sous l'influence de la lumière, il avoue qu'il ne connaît encore aucun rapport de causalité entre

la nutrition (Stoffwechsel) plus énergique sous l'influence de la lumière du jour.

J'étais curieux de savoir si l'air qui se trouvait dans mon vase vert se comportait autrement sous le rapport de l'ozone que celui du vase de verre incolore. Du papier ozonométrique, fraîchement préparé, fut exposé dans la partie supérieure des deux vases. Celui du vase n° 1 montra en quelques heures une teinte violacée très-distincte; le papier exposé dans la vase n° 2 restait blanc, malgré une exposition de plusieurs jours. L'expérience fut répétée plusieurs fois et le résultat fut toujours le même, avec la seule différence que la couleur violette du papier exposé dans la vase n° 1 était plus ou moins intense.

Cette expérience fut répétée avec un flacon en verre blanc et un autre flacon en verre bleu; *ils ne renfermaient que de l'air*. On plaçait dans chacun une bandelette de papier ozonométrique; puis, après avoir bouché les flacons, on les exposait à la même lumière. Le papier du premier flacon devenait rapidement violet; celui du second restait blanc pendant un temps indéfini.

D'aprés les observations de Rud. Wolff (Ozongehalt der Luft, etc.), l'ozone se forme dans toutes les saisons un peu plus pendant le jour que pendant la nuit, excepté de mai en juin. Les observations faites dans les stations forestières de la Bavière ont démontré que l'ozone se trouve à son maximum dans l'air élevé des montagnes; mais que, dans l'intérieur des forêts, il y a moins d'ozone que sur les terres qui touchent à la forêt.

L'auteur (Ebermayer) en tire la conclusion que les habitations les plus salubres ne se trouvent pas au milieu de la forêt, mais sur la lisière (Vierteljahrs-Revue, météorologie 1874).

Les expériences de MM. Higginbottom et Mac Donnell ont suffisamment démontré que les têtards, pour parcourir toutes les phases de leur développement, depuis l'œuf jusqu'à l'état de grenouille, doivent se tenir à proximité de la surface de l'eau, principalement durant l'état branchial.

L'élément atmosphérique indispensable à ces larves est évidemment l'oxygène. Or, il semble résulter des expériences que je viens de citer, que la nature des ondulations lumineuses exerce une influence marquée sur la transformation de l'oxygène en ozone. Les rayons verts et bleus n'ont pas produit la même action que les rayons blancs (respectivement jaunes et rouges).

Si nous considérons le rôle important que l'oxygène actif exerce pendant la respiration et dans les actions chimiques qui s'opèrent dans tous les tissus de l'organisme, il est évident que la qualité de la lumière qui influe sur la production de l'ozone doit également exercer une action dans le travail de la nutrition et par conséquent dans le développement des animaux.

Dans une communication faite à l'Académie des sciences de Paris, en 1858, M. Béclard démontre que des œufs de Musca carnaria placés sous des cloches de différentes couleurs, se développent d'une manière bien différente. Les larves soumises aux rayons verts sont les moins développées: elles se développent mieux dans la lumière jaune, rouge, bleue et surtout violette[1]. N'est-ce pas à cette même influence des rayons verts qu'il faut attribuer en partie la grande mortalité observée par Mac Donnell dans ses vases de verre enduits de matière verte confer-

[1] Dans l'expérience citée plus haut, le papier ozonométrique restait presque insensible dans un flacon de verre bleu.

voïde. Tous ceux qui possèdent un aquarium savent combien cet enduit vert, qui en recouvre souvent les parois, agit d'une manière nuisible sur l'existence des animaux. Si cette matière verte sert comme nourriture aux larves de grenouille, elle agit d'un autre côté d'une manière nuisible sur leur développement.

M. Higginbottom a vu des têtards se transformer en grenouilles dans des caves obscures; mais il ajoute qu'il trouve préférable de prendre des têtards qui sont sur le point de subir leur métamorphose, au lieu de commencer par les œufs. Il me paraît naturel que des larves arrivées au point de subir leur métamorphose puissent, sous l'influence de l'impulsion donnée, l'achever même dans l'obscurité. J'ai toujours observé, d'un autre côté, que les têtards sortis des œufs dans l'obscurité et ayant parcouru une partie de leur vie, privés de lumière ou du moins de lumière blanche, ont constamment montré un développement beaucoup plus lent lorsqu'ils furent placés dans les meilleures conditions, sous le rapport de la lumière du jour, de l'eau, de la nourriture, etc. Il est vrai que M. Higginbottom a vu des têtards se transformer en grenouilles, quand même les œufs furent placés dans l'obscurité.

Il faut cependant observer un fait important, qui prouve d'une manière frappante un travail de nutrition moins énergique dans l'obscurité.

M. Higginbottom dit que, pendant ses années d'expérience, il n'a pas observé une augmentation notable en poids ou en volume des têtards transformés en l'absence de la lumière, quoique ses premières expériences les suivissent depuis l'œuf jusqu'à l'état parfait, et les dernières d'un moment voisin de la métamorphose. J'ai con-

staté ce même fait soit pour les larves vivant dans l'obscurité, soit pour celles qui ne recevaient que de la lumière verte. Je ne parle naturellement pas de leur métamorphose en grenouille ; je ne l'ai pas observée dans les deux cas que je viens de citer, et, lorsqu'elle s'opère à la lumière, il y a même une diminution de poids.

Nous voyons, dans l'expérience que je viens de décrire, des œufs de grenouilles exposés autant que cela était possible aux mêmes conditions de nourriture, de température et de milieu ambiant ; mais les uns recevaient les ondulations lumineuses qui produisent la lumière blanche ; les autres, celles qui constituent principalement les rayons verts. Ces ondulations pénétrant plus ou moins profondément dans les tissus des embryons et des larves se transforment en travail chimique, physique, physiologique, etc. Suivant la vitesse des ondulations ce travail doit être plus ou moins énergique. D'un autre côté, l'expérience a constaté que, sous l'influence de la lumière blanche, l'oxygène de la partie supérieure des vases, qui se dissout naturellement dans les couches supérieures de l'eau, se transforme rapidement en ozone, tandis que cette transformation n'a pas lieu dans la partie supérieure du vase dans lequel pénètrent les ondulations vertes. Soit que nous considérions l'action directe de ces ondulations vertes sur le travail de nutrition qui s'opère dans les tissus, soit que nous tenions compte de la différence qui existe entre l'oxygène actif et l'oxygène ordinaire, nous entrevoyons une cause physique entre l'influence de la lumière verte et le développement incomplet et retardé des larves de grenouilles. Il pourrait sembler que le dé-

gagement de l'oxygène ordinaire et de l'ozone[1], sous l'influence de la couleur verte des feuilles, est en contradiction avec le rôle que nous attribuons à la lumière verte dans nos expériences ; mais il ne faut pas perdre de vue que les plantes exhalent de l'oxygène, non parce qu'elles sont vertes, mais parce qu'elles deviennent vertes, et que ce verdissement a principalement lieu sous l'influence des rayons jaunes.

En terminant ce petit travail, je puis ajouter le résultat final de l'expérience.

Le 2 août, la dernière larve du vase n° 2 meurt sans avoir subi sa métamorphose ; elle n'avait à ce moment pas traces de pattes. On replaça alors une des larves du vase n° 1 dans le vase n° 2. Cette larve, qui avait déjà ses pattes de derrière, finissait parfaitement bien sa métamorphose dans le vase de couleur verte. Ce fait nous fait voir l'influence d'un premier développement physique et d'une impulsion donnée sur le développement ultérieur. La dernière larve restée dans le vase n° 1 finissait également sa métamorphose vers le 15 août.

[1] J'ai constaté un dégagement remarquable d'ozone sur des feuilles de *Sempervivum tectorum*.

STUDIE INTORNO AI DIAMETRI SOLARI, ETC.

ÉTUDES
SUR
LES DIAMÈTRES SOLAIRES
PAR

LE PÈRE PAUL ROSA
Astronome-adjoint à l'observatoire pontifical du Collége Romain.

Un volume in-folio de 156 pages et 5 planches. Rome, 1874.

Le volume que je me propose d'analyser ici vient d'être publié par le Père Secchi, après la mort très-regrettable de son auteur, survenue le 11 juillet dernier, à l'âge de quarante-neuf ans. Paul Rosa était fils du comte Joseph Rosa Antonisi, et avait résidé pendant quelque temps, après la révolution de 1848, à l'observatoire de *George Town*, aux États-Unis d'Amérique, sous la direction du Père Curley. De retour en Europe, le Père Rosa devint adjoint à l'observatoire du Collége Romain. Y ayant trouvé cet établissement trop peu muni d'instruments, il le dota à ses frais d'un grand équatorial de Mertz, d'une belle pendule de Dent et d'autres appareils, ce qui occasionna l'érection du nouvel observatoire sur l'église de Saint-Ignace. Il fut aussi, pendant quelque temps, professeur de mathématiques dans le Collége Romain.

Ce jeune savant, à l'excellent caractère duquel ses supérieurs ont rendu hommage, laisse, outre un certain nombre d'observations astronomiques et de calculs de

comètes, un travail considérable sur les diamètres solaires, destiné à montrer que cet astre est sujet à des variations de volume, et qu'il n'a pu terminer entièrement.

J'ai eu déjà l'occasion, l'année dernière, dans une Notice publiée dans le cahier de novembre 1873 de nos *Archives,* à propos de recherches sur le même sujet du Dr Becker, astronome-adjoint de l'observatoire de Neuchâtel, de dire quelques mots sur celles du Père Rosa, et sur l'opinion contraire à ses résultats émise par MM. Hirsch, Auwers et Respighi. Une analyse un peu plus étendue desdites recherches, telles qu'elles sont développées dans l'ouvrage annoncé ci-dessus, me semble d'autant plus désirable, vu l'intérêt et l'importance de la question dont il s'agit.

Le volume récemment publié ne contient, à proprement parler, que la première partie du travail du Père Rosa, la seule malheureusement à laquelle il ait pu mettre la dernière main. Elle a pour objet la démonstration de la variabilité réelle de la photosphère solaire et l'assignation de sa cause probable. Cette partie est subdivisée en sept chapitres, que je vais successivement passer en revue.

Le chapitre premier a pour titre : Jugement préalable contre l'invariabilité de la photosphère, déduit de l'examen historique des déterminations des diamètres horizontaux et verticaux du Soleil. L'auteur y expose successivement : 1° les valeurs de ces diamètres obtenues depuis 1661, par Mouton, chanoine de Lyon, Picard, Flamsteed, Halley, La Caille, etc., jusqu'en 1764 par Lalande ; 2° les valeurs résultant des observations de Greenwich, depuis celles de Bradley, à partir de 1750, jusqu'à celles de 1870 faites sous la direction de M. Airy ; 3° les résultats des observations de Bessel, de 1820 à 1828, ceux déduits

des observations de Madras et de Paris, ainsi que des valeurs provenant des passages de Vénus et de Mercure sur le Soleil. Toutes ces valeurs présentent entre elles des différences de plusieurs secondes de degré, qui semblent le plus souvent dépendre de l'époque où ont été faites les observations sur lesquelles elles se fondent.

Dans le second paragraphe de ce chapitre, l'auteur donne un tableau général, année par année, des diamètres moyens horizontaux et verticaux du Soleil, résultant des observations faites de 1750 à 1870, savoir : de 1750 à 1810 par Bradley, Bliss, Maskelyne et Taylor ; de 1813 à 1828 par Carlini, Bessel et Struve (l'auteur n'ayant pas eu à sa disposition, dans cet intervalle de temps, les observations de Greenwich) ; enfin d'après celles de Greenwich, de 1829 à 1870. Il a adopté, pour la réduction des observations, jusqu'en 1798, les résultats d'un travail de Lindenau, et dès lors ceux obtenus par les observateurs eux-mêmes. Je ne citerai ici que les observations de Greenwich.

D'après celles de Bradley, les diamètres *horizontaux* et *verticaux* du Soleil étaient respectivement :

en 1750 . . . . 32′ 5″,26 — 32′2″,45
en 1760 . . . . 32′ 2″,54 — 32′6″,01

D'après celles de Maskelyne, ces valeurs étaient respectivement :

en 1766 . . . . 32′ 5″,40 — 32′8″,56
en 1790 . . . . 31′58″,66 — 32′6″,06
en 1810 . . . . 32′ 4″,10 — 32′3″,88

Enfin, les observations faites sous la direction de M. Airy donnent pour ces mêmes diamètres :

en 1836 . . . . 32′ 4″,48 — 32′3″,30
en 1870 . . . . 32′ 1″,96 — 32′2″,35

tous ces changements de valeurs s'étant effectués, en général, graduellement, et seulement avec de légères irrégularités.

Une dernière colonne du tableau présente les nombres relatifs annuels des taches solaires provenant des déterminations de M. Wolf de Zurich, jusqu'en 1860, et des registres de l'observatoire du Collége Romain de 1861 à 1870.

Avant de déduire les conséquences qu'on peut tirer de ce tableau, M. Rosa s'est attaché à étudier le degré d'autorité qu'on doit lui accorder: il a consacré le chapitre second de son ouvrage à un examen minutieux des divers instruments méridiens employés successivement à l'observatoire de Greenwich. Il y montre que l'usage de ces instruments n'a pu altérer les valeurs des diamètres solaires au delà des limites d'exactitude probables dans les observations de ce genre. Il fait voir, entre autres, que les diamètres de la Lune obtenus avec les mêmes instruments, ne présentent point les grandes anomalies auxquelles donnent lieu les diamètres solaires: et que ce qu'on nomme les *équations personnelles* étant successivement bien déterminées, il n'a pu en résulter d'altérations sensibles dans les valeurs de ces diamètres obtenues par divers observateurs.

Le chapitre suivant contient une exposition historique des opinions émises par quelques astronomes au sujet des anomalies auxquelles a donné lieu l'observation des diamètres du Soleil.

Le baron de Lindenau a publié, dans les volumes XIX et XXI de la *Monatliche Correspondenz* du baron de Zach, un mémoire étendu dans lequel il conclut, soit d'observations faites au Seeberg, près de Gotha, en 1801 et 1809,

soit de celles de Bradley et de Maskelyne jusqu'en 1786, qu'il y a dans le diamètre solaire des anomalies périodiques et une diminution progressive.

Des observations de Cesaris et de Piazzi, faites vers le commencement du siècle actuel, paraissent indiquer un rétrécissement dans le diamètre équatorial. M. Airy, d'après les observations de Greenwich faites de 1836 à 1860, n'a pas trouvé en moyenne de différence notable entre le diamètre horizontal et le diamètre vertical du Soleil, mais il a admis successivement, jusqu'à l'époque actuelle, des valeurs un peu différentes de son diamètre moyen, ce qui tend encore à confirmer l'opinion de M. Rosa de variations périodiques dans la figure du Soleil.

Le chapitre quatre a pour titre : Conséquences déduites de l'examen des courbes séculaires des diamètres solaires dans leurs diverses parties, et de leur comparaison avec celles des taches.

L'auteur, après s'être assuré que les valeurs du diamètre vertical et horizontal du Soleil, obtenues successivement par les astronomes cités plus haut, étaient assez précises pour être comparables entre elles, a dressé de leurs valeurs annuelles moyennes, comprises de 1750 à 1870, une courbe graphique qui manifeste une différence évidente entre la portion de 1756 à 1810, et celle à partir de 1810 jusqu'en 1870. De 1785 à 1810, il y a eu raccourcissement du diamètre équatorial et allongement de diamètre polaire, avec tendances fréquentes, cependant, à l'égalisation des diamètres. Non-seulement la courbe séculaire entière, mais sa partie moderne considérée seule, fait entrevoir, à travers de petits sauts de discontinuité, tenant au grand nombre d'observations, une cause continue produisant une variabilité réelle dans les diamètres solaires.

M. Rosa estime que cette variabilité n'est pas le produit d'une seule force, mais qu'elle résulte de plusieurs forces dont les effets se superposent.

Dans le voisinage des deux nœuds principaux des courbes, les variations s'opèrent avec plus de rapidité, mais en sens opposés pour les deux diamètres.

La marche de la variation des diamètres verticaux est plus irrégulière que celle des horizontaux dans la première partie de la courbe : elle est presque égale dans la partie intermédiaire, et elle est moindre dans la partie finale, ce qui indique que les forces qui modifient le diamètre du Soleil ont diminué avec le temps.

La comparaison que fait ensuite l'auteur entre les courbes des diamètres solaires et celles des taches, l'amène à en conclure que la déformation de figure de la photosphère solaire qu'il vient de constater, ne peut avoir pour cause unique l'activité intérieure du Soleil, telle qu'elle se manifeste par les taches. La période de dix à onze ans, à laquelle cette activité est assujettie, suffit pour démontrer qu'elle est due à une force superposée à celle qui, par voie de continuité, produit la déformation successive de la photosphère. Quant à cette dernière force, le Père Rosa croit son origine en dehors du Soleil et de notre système planétaire. Il présume qu'elle réside au centre même du système autour duquel se meut notre Soleil, qui serait composé de deux Soleils, circulant autour de leur centre commun de gravité, tout en tournant aussi sur leurs axes propres.

Le chapitre cinq de l'ouvrage a pour objet l'élimination approximative des forces superposées à la force continue énoncée plus haut, dans le but de démontrer que la partie séculaire de ladite force, en ce qui concerne les diamètres

horizontaux et verticaux du Soleil, peut être convenablement représentée par une fonction périodique. L'auteur expose ce sujet dans les termes suivants :

« Après les considérations que nous avons présentées sur la discontinuité plus ou moins apparente dans les courbes séculaires, il est évident que, dans l'hypothèse de l'existence de variations annuelles périodiques, ces variations ne sont pas éliminées.

« Les courbes des diamètres considérées plus haut représentent approximativement les moyennes annuelles de toutes les forces qui déforment la photosphère du Soleil, dans le sens de l'équateur et dans le sens de l'axe polaire ; il peut exister aussi des inégalités dans les diverses parties du disque qui se présentent successivement, en vertu de la rotation du Soleil sur lui-même, rotation dont la durée n'est pas un multiple exact de la longueur de notre année. Cette durée, vue de la Terre, étant d'environ $27^j,07$, on voit qu'au bout de quatre ans, le Soleil nous présente à peu près les mêmes méridiens aux mêmes époques de l'année, et dans la même orientation relativement à l'angle de position de l'équateur solaire. Ayant distribué les diamètres annuels en quatre séries, ce qui revient à diviser orthogonalement le lieu géométrique des diamètres en quatre parties, chaque série sera indépendante de l'inégalité des autres. On n'élimine pas ainsi l'activité intérieure du Soleil, mais si l'on réfléchit à son influence sur les moyennes annuelles, il me semble que les quatre séries peuvent fournir une vraie approximation de la déformation produite par la force continue. »

Suivent quatre tableaux des diamètres horizontaux et verticaux du Soleil et des nombres relatifs des taches, de

1751 à 1770, comprenant successivement les moyennes de deux années à quatre ans d'intervalle: le premier tableau partant des moyennes de 1751 et 1755 jusqu'à celles de 1763 et 1767; le second allant des moyennes de 1752 et 1756 jusqu'à celles de 1764 et 1768, et ainsi de suite. L'auteur a construit les courbes correspondant à ces quatre séries, ainsi que celles de leur moyenne, en prenant pour unité de temps l'abscisse de quatre années, et pour ordonnée la moyenne des valeurs des huit années consécutives.

La comparaison des quatre courbes quadriennales ne confirme pas, selon notre auteur, l'assertion déduite par M. Le Verrier d'un petit nombre d'observations modernes [1], « que le diamètre apparent du Soleil ne change pas avec la partie de son disque qu'il nous présente en vertu de sa rotation. » Il y a dissymétrie des deux hémisphères relativement à l'équateur du Soleil.

Un tableau à intervalles de huit ans des diamètres des quatre séries, présentant les moyennes annuelles prises deux à deux, offre un accord tendant à faire voir que la déformation réelle de la photosphère due à la force continue doit contenir dans son expression analytique, outre les termes séculaires, des termes périodiques pour représenter les perturbations diverses.

Le Père Rosa expose ensuite les moyennes mensuelles des diamètres horizontaux de sept époques successives comprises de 1754 à 1870, d'après les observations de Greenwich, de Milan et de Madras. Il en conclut qu'il existe réellement dans la photosphère solaire des variations annuelles périodiques. Sa figure n'est pas généralement sphérique, et moins encore ellipsoïdale d'une ma-

[1] Voyez *Annales de l'Observatoire de Paris*, tome IV, p. 68.

nière constante. Sa variabilité est liée, dans les diverses époques, à l'orientation du disque solaire relativement à la sphère céleste, d'où il résulte que la force produisant la déformation est plutôt extérieure au Soleil qu'intérieure.

L'examen des courbes mensuelles représentant la marche des diamètres horizontaux et verticaux observés à Greenwich de 1854 à 1869 confirme l'existence réelle des variations annuelles périodiques de la photosphère.

La comparaison des observations du diamètre horizontal du Soleil faites de juillet 1871 à juillet 1872, à Rome par le Père Rosa et à Neuchâtel par le Dr Becker, manifeste en général un parallélisme confirmant les résultats précédents. Les divergences qu'elle présente dans un petit nombre de mois tiennent, selon notre auteur, à des variations extraordinaires de la photosphère, qui ont lieu surtout de mars à juin, et qui dépendent non-seulement de la latitude héliocentrique, mais aussi de l'orientation du disque solaire relativement à la sphère céleste.

Pour mieux déterminer dans quelles limites l'activité intérieure du Soleil peut masquer les déformations périodiques de sa photosphère, le P. Rosa a choisi trois années spéciales d'observations : l'une, 1853, de *calme* à la surface du Soleil, soit de *minimum* de taches : la seconde, 1856, d'activité moyenne : la troisième, 1859, de *maximum* d'activité. Il a employé, pour ces trois années, 1100 déterminations du diamètre horizontal, obtenues dans les observatoires de Bruxelles, Cambridge, Greenwich, Königsberg et Paris, en les réduisant à la distance moyenne et en en prenant les valeurs moyennes mensuelles.

L'examen détaillé des courbes de variation diamétrale, dans ces trois années, amène l'auteur aux conclusions suivantes :

Les déformations accidentelles dans la photosphère du Soleil ne dépendent pas seulement de la latitude, mais aussi de la longitude comptée sur l'équateur solaire. L'activité intérieure du Soleil ne se manifeste pas dans toute la photosphère, mais dans une ou deux régions séparées, savoir celles des *maxima* et *minima* périodiques. Elle présente les caractères d'une force très-intense, mais instantanée, ressemblant à une décharge électrique, après laquelle le corps électrisé reprend la figure d'équilibre, ou une électricité de signe opposé.

Les deux courbes résultant des observations à Rome et à Neuchâtel relatées plus haut, se concilient avec les variations périodiques en question, parce qu'elles correspondent à peu près à une époque de grande activité solaire, vu la connexion qui existe entre cette activité et la variabilité des diamètres.

L'influence des équations personnelles relatives est petite, et fort inférieure en grandeur aux variations périodiques annuelles des diamètres.

L'activité intérieure du Soleil doit se mesurer par le degré d'opposition ou d'exagération des diamètres, qui, dans les mois respectifs, constituent la courbe du *calme*. Or, la force continue étant en diminution dans l'époque moderne, il en résulte que la durée des *maxima* d'activité solaire doit être plus longue, ce qui s'accorde avec l'observation.

Le chapitre sept de l'ouvrage qui nous occupe a pour objet de faire entrevoir que la moyenne arithmétique des diamètres observés ne coïncide pas, généralement, avec le centre de figure de la photosphère, ni avec le centre de gravité du corps solaire.

L'auteur rappelle d'abord quelques faits physiques observés, qui se lient à sa recherche actuelle.

De belles expériences du P. Secchi ont prouvé que la chaleur solaire n'est pas symétriquement distribuée dans les deux hémisphères, et que la température est un peu plus élevée dans l'hémisphère boréal que dans l'austral, son *maximum* ayant lieu dans la zone équatoriale.

Dans l'époque moderne, le plus grand nombre des taches et des protubérances a lieu dans l'hémisphère sud. Les parallèles d'activité sont progressivement variables entre certaines limites. Le professeur Tacchini a remarqué fréquemment que lorsque l'un des hémisphères est riche en taches, l'autre en est dépourvu, et qu'il en est de même des facules : ce qui revient à dire que lorsqu'un hémisphère solaire est à l'état de calme ou de grande activité, l'autre est actif, ou présente les résidus d'une activité déjà exercée : ces résidus ne cessent pas, dans leur état de refroidissement, d'altérer la surface de niveau de la masse gazeuse incandescente qui constitue la photosphère.

Les protubérances les plus vives sont dans la région des facules et des taches; leur *maximum* se trouve, dans l'hémisphère nord, entre 20 et 30 degrés de latitude héliocentrique, tandis qu'il est, dans l'hémisphère sud, entre 10 et 20 degrés, les deux *maxima* étant séparés par un *minimum* secondaire entre 0 et 10 degrés. Il paraît de là que le lieu géométrique des diamètres horizontaux n'est pas symétrique, vers ses extrémités, relativement à l'activité intérieure du Soleil. Les protubérances décroissent ensuite jusqu'aux pôles, et ce fait se lie bien avec la marche des diamètres verticaux, actuellement plus uniforme.

Le mouvement propre des taches en longitude et en latitude héliocentrique, déjà connu du temps de Lalande, est inégal dans les deux hémisphères. Le mouvement en

latitude dans l'hémisphère nord éloigne les taches de l'équateur jusqu'à 35 degrés de latitude, la somme des mouvements positifs étant de 43 degrés et celle des négatifs de 33 seulement. Ces mouvements, dans l'hémisphère sud, sont, au contraire, en équilibre et compris entre +39 et —39 degrés. Quant aux mouvements en longitude, le moyen mouvement diurne de rotation de l'hémisphère sud est plus grand de 3,64 minutes de degré que celui de l'hémisphère nord. La résultante des mouvements de la photosphère est donc loin d'être parallèle à l'équateur. Néanmoins, d'après les observations de M. Carrington, ces mouvements se maintiennent à peu près constants dans les diverses latitudes.

Quant aux mouvements en longitude, le P. Rosa ayant construit les rotations des différents parallèles de 5 en 5 degrés, dans les deux hémisphères, suivant un plan perpendiculaire à l'équateur solaire, il en est résulté une courbe parabolique, qu'il ne serait pas éloigné de regarder comme étant la génératrice périodique de la photosphère, en considérant les mouvements propres en longitude signalés par M. Carrington comme étant dus spécialement aux plus grands et aux plus petits rayons de la surface de révolution. Cette hypothèse expliquerait la différence constatée plus haut dans les courbes quadriennales, ces courbes étant, comme l'auteur l'a montré, indépendantes des effets de l'activité intérieure du Soleil.

« Cette manière, dit-il, d'expliquer les mouvements des taches solaires est une conséquence nécessaire de la variabilité de figure de la photosphère démontrée plus haut. Il est clair, d'après le chapitre III, § 3, que de 1765 à 1798, la figure moyenne de la photosphère n'était certainement pas sphérique, mais plutôt approxima-

tivement un sphéroïde elliptique de révolution autour de l'axe de rotation. J'ai fait voir aussi, avec Mossotti, que de 1800 à 1812 les moyennes mensuelles, résultant des observations de De Cesaris, indiquent aussi un sphéroïde elliptique de révolution....... Maintenant que les déformations de la photosphère sont diminuées au point qu'elle est presque sphérique, comme les accroissements et décroissements des diamètres observés ne sont pas symétriques, cela signifie que le centre de figure de la photosphère ne coïncide pas avec le centre de gravité du Soleil: et les mouvements des taches observés par M. Carrington sont aussi, dans tous les cas, une confirmation des variations périodiques de la photosphère. »

L'auteur cite aussi les faits relatés par MM. de La Rue et Lœvy, dans un mémoire présenté à la Société royale de Londres, et ayant pour titre : *Sur une tendance observée dans les taches du Soleil de changer alternativement d'un hémisphère solaire à l'autre ;* ces faits étant en confirmation de ceux déjà exposés par lui.

Le second paragraphe de ce chapitre est relatif à un examen détaillé des difficultés qu'a éprouvées M. Le Verrier lors de la construction de ses nouvelles Tables du Soleil, publiées vers 1858 dans le tome IV des *Annales de l'Observatoire de Paris,* Tables fondées, en grande partie, sur les observations de Greenwich, et qui sont, je crois, maintenant, généralement adoptées par les astronomes. Sans entrer dans cet examen, je me bornerai à rapporter les conséquences émises sur ce sujet par MM. Le Verrier et Rosa.

Le premier « s'est trouvé, dit-il, forcément conduit à la nécessité d'admettre que le périgée solaire éprouve dans son mouvement une irrégularité qui ne saurait être

expliquée par les actions physiques aujourd'hui connues. »

Il admet que le périgée solaire éprouve une oscillation dont l'amplitude est de 60 secondes de degré et la période de $66\,^2/_3$ ans. Il ajoute : la période est la même pour les anomalies de la longitude moyenne et pour celles du périgée, il paraîtrait que l'une et l'autre doivent avoir la même cause.

Le P. Rosa admet : 1° que la discontinuité des résultats obtenus par M. Le Verrier doit être attribuée aux variations annuelles périodiques de la photosphère ; 2° que les périodes des variations séculaire et annuelle sont approximativement les mêmes, soit à l'égard de la photosphère, soit par rapport au centre de gravité du Soleil.

Continuant ensuite sa discussion, il en déduit les corollaires suivants :

1° Le corps du Soleil doit être considéré comme composé de deux masses presque indépendantes entre elles, savoir : d'un *noyau solide* enveloppé par une masse gazeuse, le mot de noyau solide pouvant s'appliquer à une portion centrale de la masse gazeuse, dont la condensation est telle qu'il est nécessaire qu'elle soit presque indépendante de son enveloppe.

2° Les déformations de la photosphère ne sont pas dues directement à la force de la gravité.

3° La force continue, celle qui déforme surtout la photosphère, est liée à celle qui produit le mouvement séculaire réel du centre de gravité du Soleil démontré par M. Le Verrier.

Notre auteur s'appuyant encore sur des observations solsticiales de divers astronomes, et en particulier sur celles qui ont donné, en hiver, une obliquité de l'éclipti-

que un peu plus petite qu'en été, arrive enfin aux conséquences suivantes :

1° Les diamètres verticaux du Soleil éprouvent une variation annuelle, ou une période semi-annuelle, de telle sorte qu'ils sont plus grands quand le Soleil est dans l'hémisphère nord.

2° La théorie mécanique du Soleil exigeant que son centre de gravité décrive, dans son mouvement apparent, un grand cercle de la sphère céleste, le centre de figure, selon les propres paroles de M. Airy, décrit un parallèle de l'hémisphère nord.

3° Il résulte évidemment des deux corollaires précédents, que le plan de l'écliptique n'est pas parallèle à celui qui coupe la photosphère en deux parties symétriques.

4° Il en résulte aussi que l'accroissement moyen, qui se produit près des extrémités du diamètre de la photosphère, a lieu constamment de préférence dans l'hémisphère nord.

5° Il semble donc probable qu'une plus grande quantité de la masse gazeuse soit suspendue dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud ; il se pourrait que cette accumulation occasionnât l'excès de température du premier de ces hémisphères, et y opposât quelque résistance à la manifestation de l'activité intérieure du Soleil.

Le chapitre huit et dernier des *Études* du P. Rosa a pour titre : *Analogie existant entre les variations du magnétisme terrestre et celles de la photosphère solaire.* Je ne puis entrer ici dans les détails de l'exposition de ce sujet, je me bornerai, comme pour les autres chapitres, à une analyse sommaire.

L'auteur commence par signaler les conséquences que M. le général Sabine a déduites de diverses observations de l'intensité, de l'inclinaison et de la déclinaison magnétique, et en particulier de celles faites à Kew, près de Londres, à Toronto au Canada et à Hobarton en Australie.

Quant aux variations périodiques annuelles, il a fait voir qu'il y avait dans les mois d'octobre à mars une augmentation dans ces variations magnétiques, relativement à celles qui ont lieu d'avril à septembre. Or, nous venons de voir, dans le chapitre précédent, que la photosphère solaire était généralement plus condensée quand le Soleil est dans l'hémisphère austral, et plus dilatée quand il occupe l'hémisphère boréal. Les époques de 1765 à 1798 font exception à cette règle, mais cette divergence a eu lieu aussi dans les courbes mensuelles des diamètres horizontaux, par suite de grandes déformations séculaires de la photosphère, ce qui confirme la correspondance des deux effets.

On sait que le général Sabine a été le premier à reconnaître que la période de dix à onze ans des variations de la déclinaison magnétique, signalée par M. Lamont, coïncidait, assez généralement, avec celle des taches du Soleil, résultant des observations de M. Schwabe, poursuivies par M. Wolf et étudiées avec grand soin par ce dernier.

Notre auteur rappelle aussi: 1° La discussion des inégalités du magnétisme terrestre de 1841 à 1857, effectuée par M. Airy d'après les observations de Greenwich, dans les *Transactions philosophiques*. Ces inégalités présentent des anomalies, d'où il a conclu que quelque grand changement cosmique semblait avoir eu lieu sur la terre.

affectant remarquablement tous les phénomènes magnétiques. 2° L'examen fait, deux ans auparavant, par M. Quetelet, des observations de Bruxelles et de Munich, d'où il a déduit que la grandeur de la variation magnétique mensuelle est en raison directe de la puissance végétative de la terre. 3° Les recherches du même genre d'Arago.

S'il y a eu des anomalies magnétiques lors des observations de Cassini de 1784 à 1788, et celles de Gilpin de 1793 à 1805, il y en a eu de correspondantes dans la photosphère. Ainsi, au commencement de l'époque de Gilpin il y avait grande concentration équatoriale et grand allongement polaire, qui a duré jusqu'en 1807. La concentration équatoriale ayant diminué lentement depuis 1790, et l'allongement polaire ayant rapidement diminué plus tard, les deux diamètres sont devenus égaux de 1808 à 1809.

Enfin, l'auteur, dans le second paragraphe du même chapitre, résume ses recherches précédentes, et il finit par en conclure, ainsi que je l'ai déjà annoncé, que les variations séculaires photosphériques et magnétiques sont, en même temps, sujettes à une oscillation de 66 $^2/_5$ ans, semblable à celle de même période qu'éprouve le périgée de l'orbite apparente du Soleil.

Je viens de terminer l'analyse sommaire des *Études* du Père Rosa sur les diamètres solaires. Ce n'en devait être que la première partie ; et il est fort à regretter que la maladie qui l'a, l'été dernier, si promptement enlevé au monde savant, ne lui ait pas permis de les exposer plus complétement et d'en confirmer toutes les conséquences.

Les Pères Secchi et Ferrari, le premier directeur et le second astronome-adjoint de l'Observatoire du Collége

Romain, qui ont mis la dernière main à la publication de l'ouvrage, après la mort de l'auteur, y ont ajouté, sous forme d'appendice, de courts fragments tirés des papiers laissés par lui, relatifs à la recherche de la cause cosmique probable de la variabilité réelle de la photosphère solaire et du magnétisme terrestre. Je vais en donner ici un extrait.

Les circonstances actuelles démontrent que le système solaire va maintenant en s'éloignant de la source de la force qui produit les phénomènes photosphériques et magnétiques. L'origine de cette force doit donc résider indubitablement dans un corps céleste placé en dehors de notre système planétaire.

Si les déterminations des diamètres solaires faites par Flamsteed et par d'autres astronomes anciens méritent confiance, notre Soleil pourrait s'être trouvé, dans le dix-septième siècle, plus voisin de l'origine de la force déformant la photosphère qu'il ne l'a été vers l'année 1792. De toute manière, l'existence historique d'une déclinaison magnétique *orientale*, persévérant pendant plus de deux siècles et demi, est un clair indice que les *variations séculaires* photosphériques et magnétiques ne sont pas *indéfinies*, mais qu'elles sont *périodiques*, dans un intervalle de temps qui n'est peut-être pas moindre de cinq cents ans.

« Je n'ignore pas, dit ailleurs le P. Rosa, que, pour arriver à une détermination de ce genre, il faudrait reprendre en sous-œuvre toutes les observations du Soleil, en ayant égard à l'influence exercée par la variation dissymétrique réelle de la photosphère, dont la période principale est annuelle, et instituer une nouvelle comparaison entre la théorie mécanique et les observations, pour être en état de déterminer le centre du mouvement propre du Soleil. »

L'auteur rapporte alors les éléments de direction de ce mouvement, résultant des déterminations de sir William Herschel et de ses successeurs, et il montre qu'à l'ascension droite à peu près la même, de dix-sept heures pour la Terre, correspondait, vers 1790, un *minimum* très-rapide des diamètres horizontaux, tandis que de 1799 à 1810 commençait un *maximum* des dits diamètres, ce qui semble ne pas rendre improbable son hypothèse que c'est du centre même du mouvement de notre Soleil qu'émane la force principale déformant la photosphère.

La dernière conclusion du P. Rosa, énoncée dans l'appendice, est la suivante :

« On doit peut-être considérer notre Soleil comme faisant partie d'un système stellaire triple, dans lequel l'étoile intérieure se combinerait avec notre Soleil en un mouvement autour d'un même centre, mouvement dont la période serait de $66\,^2/_3$ ans. L'étoile double, α du Centaure, la plus voisine de nous, a une compagne tournant autour de l'étoile principale en 77 ans, dans une orbite très-excentrique. La masse de l'étoile double est évaluée à environ sept fois celle du Soleil ; les observations récentes, comparées à l'orbite normale, indiquant une divergence en façon épicycloïdale, rendent manifeste les perturbations auxquelles cette orbite est assujettie. Dans cette hypothèse, le déplacement du système solaire s'effectuerait presque dans un même méridien. »

MM. Secchi et Ferrari estiment que les recherches ultérieures des astronomes pourront seules décider le bien fondé de cette dernière conjecture, que l'auteur regardait tout à fait comme hypothétique, et qu'il ne lui a pas été donné de pouvoir confirmer lui-même. Mais, ajoutent-ils, il est hors de doute que parce que le P. Rosa appelait

modestement *Études*, il a présenté aux astronomes et aux physiciens de nouveaux matériaux et une nouvelle méthode pour résoudre le problème ardu dont il s'agit.

Je ne puis me flatter d'avoir, dans cette rapide analyse, donné une idée complète du mérite de l'ouvrage et du grand travail qu'il a exigé. J'ai dû me borner à en faire une courte exposition, en renvoyant à l'ouvrage même les personnes qui voudraient en approfondir le sujet.

La diminution des variations du diamètre solaire constatée par l'auteur, et qu'il regarde comme une conséquence du mouvement du Soleil dans l'espace, pourra probablement, aux yeux d'autres astronomes, trouver une explication plus naturelle dans le perfectionnement moderne des instruments et des procédés d'observation. Mais le Père Rosa, en fondant principalement ses résultats sur les observations de Greenwich à partir de 1750, observations sur lesquelles reposent généralement aussi les Tables astronomiques actuelles, et en examinant minutieusement les instruments employés successivement par les divers observateurs, me semble avoir suivi une très-bonne direction.

Sans pouvoir me constituer le moins du monde juge de ses conclusions, je dois dire, cependant, que ce travail, si consciencieux et puisé aux meilleures sources, me paraît rendre, dès à présent, très-probable une variabilité réelle dans les diamètres de la photosphère solaire; et c'est déjà un résultat fort important dont on devra la constatation au Père Rosa.

Alfred Gautier.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

A. van Muyden, capitaine d'état-major d'artillerie. De quelques calculs d'interpolation relatifs aux tables de tir.

Peu de questions ont excité davantage les mathématiciens du commencement de ce siècle que les calculs relatifs à la balistique, presque tous ont cherché de fournir une équation de la trajectoire des projectiles, basée sur des considérations théoriques complétées par les données de l'observation directe. Les lois de la résistance de l'air, encore peu connues lorsque les vitesses atteignent de trois à quatre cents mètres par seconde, ont été le principal écueil contre lequel sont venues échouer ces tentatives nombreuses. Le résultat pratique à obtenir est cependant d'une véritable importance, puisque les tables de tir, qui règlent les positions variables du canon suivant le but que l'on veut atteindre, dépendent uniquement de la trajectoire du boulet. Si celle-ci était parfaitement déterminée, le tir aurait une précision parfaite.

La théorie étant impuissante à fournir une équation simple et correcte, on a choisi une autre méthode qui consiste à interpoler les résultats de la pratique de manière à obtenir une table de tir qui satisfasse aussi exactement que possible aux exigences du tir.

M. A. v. Muyden a développé ces calculs d'interpolation, et montre par des formules assez simples que l'on peut arriver par cette voie-là à une précision très-satisfaisante.

Il commence par suivre la méthode de Gauss, dérivée du calcul des probabilités, pour déterminer le nombre de coups que l'on doit tirer avec un même canon sous différents angles et différentes portées pour conserver à chaque série d'expériences la même limite d'erreur.

Une fois ces expériences faites, il faut chercher une forme aussi simple que possible pour représenter ces résultats numériques.

Les deux formules qui conviennent le mieux sont :

$$y = \sin 2\varphi = ax^2 + bx + c$$

et

$$y = \sin 2\varphi = x\,AB^x + c.$$

La seconde de ces formules a été proposée par M. le colonel Siegfried.

Dans ces formules y est l'ordonnée verticale correspondant à une distance horizontale x : φ est l'angle de l'axe du canon avec la droite de visée.

Le calcul des constantes de ces deux formules peut se faire de plusieurs manières, mais celle qui donne le plus d'exactitude est, sans contredit, la méthode des moindres carrés, ainsi que l'a prouvé Laplace.

Après avoir remplacé pour toutes les séries d'expériences les lettres par leurs valeurs données par l'observation, on en déduit une série d'*écarts*. Les coefficients des variables seront déterminés par cette condition qu'ils doivent satisfaire, c'est que la somme des carrés des écarts doit être un *minimum*. En conséquence, après avoir différencié les équations pour obtenir les maxima des écarts et fait la somme, on en déduit pour a et b les valeurs suivantes :

$$a = \frac{(kxy) - (kx^2)\,b}{(kx^3)}$$

$$b = \frac{(kx^2y)\,(kx^3) - (kxy)\,(kx^4)}{(kx^3)^2 - (kx^2)\,(kx^4)}.$$

Les poids k sont supposés égaux à 1, et y sera exprimé par sa valeur $\sin 2\varphi$.

On obtient en effectuant le calcul :

Méthode des moindres carrés.	Méthode des coefficients indéterminés.
$a = +\,0{,}0001308$	$a = \quad 0{,}0001582$
$b = +\,0{,}007064$	$b = \quad 0{,}006573$
$c = -\,0{,}01281$	$c = -\,0{,}01222$

Dans la première colonne sont les résultats précis de la méthode des moindres carrés : dans la seconde se trouvent les valeurs de a, b et c par la méthode plus courte, mais moins exacte des cofficients indéterminés. La loi des hausses est donnée en conséquence par la formule :

$$\sin 2\varphi = 0{,}0001208\,x^2 + 0{,}007064\,x - 0{,}01281.$$

En faisant x successivement égal à 10ᵐ, 500ᵐ, 1000ᵐ, on trouve le tableau suivant :

Portées.	φ Observé.	φ Calculé.	Différences.
10 mètres	—0°,18′	—0°,20′,48″	—2′,48″
500 »	+0°,44′	+0°,44′,29″	+0′,29″
1000 »	2°, 1′	2°, 2′, 0″	+1′, 0″
1500 »	3°,29′	3°,31′,14″	+2′,14″
1993 »	5°,11′	5°,10′,28″	—0′,32″
2485 »	7°, 7′	7°, 2′,50″	—4′,10″
3162 »	9°,57′	9°,58′,45″	+1′,45″

M. v. Muyden applique la même méthode à la formule logarithmique :

$$y = x\,a\,b^x + c.$$

Si l'on pose $c = o$, on trouve pour a et b les valeurs numériques :

$$a = 0{,}007440805$$
$$b = 1{,}0127121$$

et l'équation générale est :

$$\sin 2\,(\varphi + \varphi o)^{1} = x \times 0{,}007440805 \times (1{,}0127121)^x.$$

Si nous donnons à x diverses valeurs, 500, 1000, 2000 mètres, nous aurons le tableau suivant :

Portées.	$\varphi + \varphi o$ Observé.	$\varphi + \varphi o$ Calculé.	Différences.
500 mètres	1°, 3′ ¼	1°, 8′, 8″	+4′,53″
1000 »	2°,20′ ¼	2°,25′,17″	+5′, 2″
1500 »	3°,48′ ¼	3°,52′,34″	+4′,19″
1993 »	5°,30′ ¼	5°,29′,52″	—0′,23″
2485 »	7°,26′ ¼	7°,19′,46″	—6′,29″
3162 »	10°,16′ ¼	10°,16′, 0″	—0′,15″

[1] φo est l'angle de relèvement.

Ces erreurs sont minimes, comme on le voit, et ce calcul vaut la peine d'être analysé, car il conduit évidemment vers une solution pratique.

Si dans l'équation générale on admettait les termes du 3me degré, l'exactitude obtenue serait encore plus grande, et l'erreur maximum ne dépasserait pas 2′, 15″ pour l'écart le plus fort.

Nous pensons que les écoles de tir à Thoune pourraient diriger leurs expériences en vue de corriger constamment les écarts des paramètres fournis par ces formules d'interpolation, et arriver en peu de temps à des tables parfaitement correctes. R. P.

A.-E. Nordenskiöld. Über kosmischen Staub. der mit atmosphærischen Niederschlægen, etc. Sur la poussière cosmique qui tombe sur la surface de la terre avec les précipités atmosphériques. (*Pogg. Annalen*, 1874. t. CLI. p. 154.)

A l'occasion d'une chute de neige extraordinaire qui eut lieu à Stockholm dans les premiers jours de décembre 1871, M. Nordenskiöld fut curieux de constater si la neige pure en apparence ne contenait point de particules solides entraînées dans sa chute. La neige tombant déjà depuis plusieurs jours et ayant dû enlever à l'air la plus grande partie des impuretés qu'il pouvait contenir, l'auteur recueillit sur un drap 1 mètre cube environ de neige fraîche qui lui abandonna par fusion un faible résidu solide. *Ce résidu était composé d'une poudre noire ressemblant à du charbon. Chauffé, il donna des produits de distillation liquides ; calciné, il se réduisit en une cendre rouge-brun. De plus, il renfermait un certain nombre de particules métalliques attirées par l'aimant et donnant toutes les réactions du fer.*

L'expérience ayant été faite aux abords d'une grande ville, n'était point cependant suffisamment concluante, et il im-

portait, de la reprendre dans d'autres conditions, loin de toute habitation et de toute industrie humaine. C'est ce que M. le professeur Nordenskiöld fit dans l'expédition polaire suédoise en 1872, qui fut retenue déjà au commencement d'août par les glaces vers le 80me degré de latitude nord avant d'avoir atteint l'île Parry au nord-ouest du Spitzberg où elle devait hiverner.

L'examen de la neige qui recouvrait les banquises, arrivant évidemment de latitudes encore plus élevées, montra qu'elle était parsemée d'une multitude de petites particules noires, répandues sur la surface ou situées au fond de petits puits verticaux que la couche supérieure de neige présentait en grande quantité, ou encore logées dans les couches inférieures. Cette poudre, devenue grise en séchant, renfermait une grande proportion de particules métalliques attirables par l'aimant, se cuivrant par l'immersion dans du sulfate de cuivre.

Une nouvelle observation, faite un peu plus tard sur d'autres banquises, constata la présence d'une poudre absolument identique dans une couche de neige cristalline granuleuse, située à quelques centimètres de profondeur au-dessous d'une couche de neige fraîche légère et d'une seconde couche de neige durcie.

L'auteur put recueillir, dans le cours de l'expédition, plusieurs milligrammes de ce corps qui, à l'analyse chimique, se trouva contenir du fer métallique, du phosphore, du cobalt et probablement du nickel, avec un résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique, et renfermant entre autres des fragments de diatomacées.

La poudre recueillie de la sorte sur la mer polaire, au nord du Spitzberg, présente la plus grande analogie avec la poussière observée précédemment par M. Nordenskiöld sur les neiges du Groënland et décrite par lui sous le nom de *Kriokonite*. Ces deux précipités ont probablement une provenance commune, au moins pour ce qui est de leur portion

métallique et magnétique, composée de fer, de cobalt et de nickel dont l'origine cosmique ou météoritique ne paraît pas contestable.

M. Nordenskiöld a trouvé aussi des particules ferrugineuses analogues dans des grains de grêle recueillis à Stockholm. Il semble donc bien établi, par ces diverses observations, que dans les régions polaires il tombe souvent, avec les précipités atmosphériques, une poussière cosmique, contenant du fer, du cobalt et du nickel métalliques, de l'acide phosphorique et une poudre organique charbonneuse. M. Nordenskiöld signale l'intérêt que peut avoir cette découverte pour la théorie des pluies d'étoiles filantes, des aurores boréales, de la fumée solaire, etc., et le rôle que peut jouer dans l'économie de notre globe cet apport très-faible, il est vrai, mais continuel de matières nouvelles à sa surface.

Avant d'abandonner cet intéressant sujet, nous rappellerons les résultats obtenus récemment par M. Tissandier dans son étude des poussières atmosphériques recueillies à Paris[1], lesquelles se sont trouvées renfermer toujours du fer en quantité assez notable. E. S.

René Benoit. Études expérimentales sur la résistance électrique des métaux et sa variation sous l'influence de la température. (Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris.)

Reprenant cette question si importante de la conductibilité électrique des métaux, M. Benoit a mesuré d'abord très-exactement la résistance spécifique d'un certain nombre d'entre eux à 0. Pour cela il a opéré comparativement avec deux méthodes différentes, celle du galvanomètre différentiel et celle du pont de Wheatstone, et a fait des déterminations très-nombreuses sur des échantillons divers de chaque métal. Le ta-

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, numéro du 23 mars 1874.

bleau qui suit renferme les moyennes de tous ces résultats : ceux-ci sont rapportés aux deux unités le plus généralement admises maintenant pour la mesure des conductibilités, c'est-à-dire l'unité de l'Association Britannique ou *ohm* et l'unité de Siemens.

	Résistance de 1 mètre sur 1 millimètre carré		Conductibilités rapportées à l'argent.
	en ohms.	en unités Siemens.	
Argent pur recuit	0,0154	0,0161	100
Cuivre recuit.	0,0171	0,0179	90
Argent $\frac{750}{1000}$ recuit	0,0193	0,0201	80
Or pur recuit	0,0217	6,0227	71
Aluminium recuit	0,0309	0,0324	49,7
Magnésium écroui.	0,0423	0,0443	36,4
Zinc pur recuit à 350 degrés.	0,0565	0,0591	27,5
Zinc pur écroui	0,0594	0,0621	25,9
Cadmium pur écroui	0,0685	0,0716	22,5
Laiton recuit [1]	0,0691	0,0723	22,3
Acier recuit	0,1099	0,1149	14,0
Étain pur.	0,1161	0,1214	13,3
Bronze d'aluminium recuit [2].	0,1189	0,1243	13,0
Fer recuit	0,1216	0,1272	12,7
Palladium recuit	0,1384	0,1447	11,1
Platine recuit.	0,1575	0,1647	9,77
Thallium	0,1831	0,1914	8,41
Plomb pur	0,1985	0,2075	7,76
Maillechort recuit [3]	0,2654	0,2775	5,80
Mercure pur	0,9564	1,0000	1,61

On voit par la troisième colonne, qui donne les conductibilités spécifiques de ces métaux rapportées à celle de l'argent, que les résultats obtenus par l'auteur ne diffèrent que peu de ceux qui ont été donnés par d'autres expérimentateurs.

[1] Des tréfileurs : cuivre 64,2; zinc 33,1 ; plomb 0,4; étain 0,4.
[2] Cuivre 90; aluminium, 10.
[3] Cuivre 50; nickel 25; zinc 25.

La diminution que la conductibilité électrique des métaux subit avec la température était le but essentiel des recherches de M. Benoit. Cette influence de la température, qui avait déjà été remarquée par Davy, a été étudié par M. Ed. Becquerel qui l'a mesurée jusqu'à 100 degrés, par M. Matthiessen, qui l'a suivie jusqu'à 200 degrés, et par d'autres physiciens. M. Benoit s'est donné la tâche d'étudier cette variation de la conductibilité dans des limites plus étendues de température. Le fil conducteur sur lequel il opérait était enroulé en spirale sur un support cylindrique en terre de pipe, enfermé dans un moufle qui plongeait dans un bain d'un liquide volatil chauffé à l'aide d'un fourneau Perrot. Ce liquide était de l'eau, du mercure, du soufre ou du cadmium, à l'aide desquels on obtenait des températures constantes de 100, 360, 440 et 860 degrés. Il a été fait, en outre, un grand nombre d'expériences au-dessous de 360 degrés à l'aide d'un bain de mercure dont on réglait la température. Ces mesures ont été corrigées de la dilatation.

Des planches annexées au mémoire donnent la représentation graphique des résultats obtenus. Elles montrent que l'accroissement de la résistance suit une marche régulière qui se continue vraisemblablement pour tous les métaux comme pour l'étain, le plomb, le zinc, jusqu'à leur point de fusion[1]. Cet accroissement varie d'ailleurs beaucoup d'un métal à l'autre. On remarque que l'étain, le thallium, le cadmium, le zinc, le plomb, se trouvent rassemblés vers la partie supérieure ; vers 200 et 230 degrés, leur résistance a doublé. Au-dessus d'eux se trouvent encore l'acier et le fer ; pour ce dernier la résistance a doublé à 180 degrés, quadruplé à 430 degrés, à 860 degrés elle est environ neuf

[1] La fusion est accompagnée en général, comme on le sait par les recherches de M. L. de la Rive, d'une diminution brusque et très-grande de la conductibilité ; le bismuth et l'antimoine, néanmoins, font exception et deviennent, au contraire, meilleurs conducteurs en se liquéfiant.

fois plus grande qu'à zéro. Le palladium et le platine, au contraire, se rapprochent de l'axe des températures : ce n'est qu'aux environs de 400 et 450 degrés que l'augmentation a acquis une valeur égale à celle de la résistance primitive. L'or, le cuivre, l'argent forment un groupe intermédiaire. On peut donc dire d'une manière générale que la conductibilité décroît d'autant plus rapidement, dans un métal, que son point de fusion est moins élevé. Le fer et l'acier font exception à cette loi. Dans les alliages, la variation est toujours moindre que dans les métaux qui les constituent. Chez certains d'entre eux, le maillechort par exemple, elle est très-faible, ce qui les rend précieux pour la construction des étalons et des bobines de résistance. D'une manière approximative c'est dans les métaux où la résistance est la plus grande que son accroissement, sous l'influence de la chaleur, augmente relativement le plus vite. Les différences de composition légères, qui altèrent si profondément la résistance absolue, n'ont qu'une faible influence sur la valeur relative de son accroissement par l'élévation de température.

E. S.

Ch. Horner. Note sur la fluorescence de certains corps dans l'huile de ricin. (Extrait du *Philosophical Magazine*, septembre 1874.)

L'huile de ricin a, paraît-il, la propriété de rendre très-fluorescents certains extraits de bois qui ne le sont que faiblement lorsqu'on les observe en solution dans d'autres liquides, tels que l'eau, l'eau alcaline, l'alun ou l'alcool.

La teinture de lecanora (Cudbear), par exemple, fournit, dans l'huile de ricin, une fluorescence orangée visible à la lumière diffuse du jour sans le secours d'aucune concentration, tandis que sa fluorescence dans l'alcool n'est perceptible qu'au moyen d'une lentille. La teinture de Baphia (Camwood), qui n'a aucune fluorescence dans l'eau et dans l'alcool, pro-

duit, dans l'huile de ricin, une vive coloration vert-jaune. Le spectre de cette lumière est continu depuis la raie E jusqu'au bas, sauf deux faibles ombres, correspondant à 3 $^{5}/_{8}$ et 5 de l'échelle de Sorby.

La teinture de Curcuma est au moins trois fois aussi fluorescente dans l'huile de ricin que dans les autres dissolvants. Elle prend alors une teinte vert d'émeraude vif, visible à la plus faible lumière du jour. Un flacon plat, renfermant cette préparation et placé sur du velours noir derrière un verre de cobalt un peu épais recevant les rayons solaires directs, produit un phénomène de coloration des plus brillants, qui rappelle tout à fait celui produit par le verre d'urane. Quant au Campêche, il ne devient fluorescent que si l'huile en est saturée.

M. Horner, dans ces expériences, se servait d'extraits alcooliques de ces divers bois, évaporés à siccité et dont le résidu était ensuite chauffé dans l'huile de ricin. Il a remarqué qu'à une température voisine de leur point d'ébullition, ces préparations cessaient d'être fluorescentes, mais qu'elles le redevenaient en se refroidissant.

C. de C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

Pendant le mois d'OCTOBRE 1874.

Le 1er, pluie le soir.
3, forte pluie accompagnée de vent le matin.
6, rosée le matin.
7, forte rosée le matin.
8, pluie le matin, clair le soir.
10, brouillard le matin jusqu'à 10 heures.
11, id.
12, id.
13, id.
14, brouillard le matin jusqu'à 8 heures.
20, brouillard le matin.
21, id.
23, faible pluie le matin, le soir ciel clair et bise.
24, gelée blanche le matin, la première de la saison, minimum +0,1.
25, forte gelée blanche le matin; le minimum descend pour la première fois au-dessous de 0.
26, gelée blanche et brouillard le matin, clair le soir.
27, gelée blanche le matin, brouillard presque tout le jour.
28, brouillard le matin.
31, léger brouillard.

Le 21 octobre on a commencé à poser le barrage pour le service de la machine hydraulique; à la fin du mois l'opération n'était pas encore terminée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

	mm
Le 2 à 8 h. matin	725,33
3 à 10 h. soir	723,86
6 à 10 h. matin	730,48
11 à 8 h. matin	734,05
18 à 8 h. matin	733,37
26 à 8 h. matin	737,36
31 à 10 h. soir	732,22

MINIMUM.

	mm
Le 1er à 4 h. après midi	720,55
3 à 6 h. matin	718,46
4 à 6 h. soir	719,37
7 à 4 h. après midi	723,11
15 à 10 h. soir	720,24
23 à 6 h. matin	720,04
29 à 4 h. après midi	728,81

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale.	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	721,99	— 4,73	+15,39	+ 3,10	+ 8,1	+25,1	9,51	+0,76	743	— 71	380	950	6,0	4	SSO. 1	0,60	17,8	+ 2,0	152,4
2	724,29	— 2,40	+11,28	— 0,85	+ 8,0	+14,7	7,07	—1,61	734	— 82	530	980	2,3	2	SSO. 1	0,78	17,2	+ 1,6	151,3
3	719,42	— 7,24	+ 9,71	— 2,26	+ 7,0	+14,9	6,63	—1,98	761	— 56	430	1000	19,6	16	SSO. 3	0,73	15,2	— 0,3	148,9
4	721,86	— 4,77	+ 9,53	— 2,28	+ 6,0	+14,5	7,59	—0,95	849	+ 30	620	1000	10,7	8	variable	0,81	—	—	150,5
5	727,11	+ 0,51	+10,74	— 0,91	+ 7,0	+14,8	6,52	—1,95	700	—120	510	790	0,1	1	N. 1	0,48	8,7	— 6,6	151,2
6	729,46	+ 2,89	+ 7,84	— 3,65	+ 3,0	+13,5	6,07	—2,33	772	— 50	510	930	...	...	variable	0,09	12,2	— 3,0	147,0
7	724,24	— 2,30	+11,46	+ 0,14	+ 1,4	+19,9	7,45	—0,88	715	—109	520	980	...	...	SSO. 2	0,38	14,2	— 0,9	148,0
8	727,84	+ 1,33	+10,91	— 0,25	+ 7,4	+14,7	8,96	+0,70	931	+106	780	990	6,1	8	variable	0,67	14,7	— 0,3	145,7
9	730,43	+ 3,94	+10,25	— 0,74	+ 5,7	+15,9	8,05	—0,14	858	+ 31	690	980	...	...	NNE. 1	0,56	14,8	— 0,1	144,5
10	733,25	+ 6,78	+ 9,75	— 1,08	+ 4,6	+15,4	8,01	—0,11	879	+ 51	660	1000	...	...	variable	0,31	14,8	0,0	143,5
11	733,24	+ 6,79	+10,47	— 0,19	+ 4,9	+16,7	7,86	—0,19	828	— 1	580	1000	...	...	NNE. 1	0,27	—	—	140,0
12	732,27	+ 5,84	+ 9,54	— 0,95	+ 3,9	+15,4	7,76	—0,22	859	+ 29	650	990	...	...	SO. 1	0,20	14,9	+ 0,4	138,1
13	729,76	+ 3,35	+10,11	— 0,21	+ 4,1	+16,2	8,36	+0,45	883	+ 52	650	1000	...	...	variable	0,51	14,9	+ 0,5	138,0
14	727,69	+ 1,30	+10,44	+ 0,29	+ 5,0	+16,1	8,24	+0,41	861	+ 29	690	1000	...	...	variable	0,89	14,8	+ 0,5	135,9
15	722,14	— 4,23	+11,57	+ 1,59	+ 8,7	+15,0	9,13	+1,38	896	+ 63	740	960	..	...	variable	0,92	14,8	+ 0,7	133,1
16	722,31	— 4,05	+11,11	+ 1,30	+ 8,9	+16,1	8,64	+0,97	878	+ 44	720	940	...	...	variable	0,81	14,7	+ 0,7	133,5
17	730,16	+ 3,80	+11,96	+ 2,32	+ 7,2	+17,0	8,83	+1,24	838	+ 3	650	960	...	...	SSE. 1	0,76	14,8	+ 0,9	130,6
18	732,30	+ 5,94	+13,44	+ 3,97	+10,8	+17,5	10,05	+2,54	875	+ 39	670	950	1,3	3	NNE. 1	0,72	—	—	126,6
19	729,86	+ 3,51	+13,40	+ 4,10	+10,0	+16,9	10,82	+3,39	930	+ 94	810	970	...	...	SO. 1	0,87	14,8	+ 1,2	129,1
20	728,59	+ 2,24	+14,14	+ 5,01	+10,2	+18,1	10,44	+3,09	863	+ 26	730	980	0,2	1	N. 1	0,85	14,8	+ 1,3	127,5
21	727,66	+ 1,31	+13,05	+ 4,09	+11,2	+18,1	9,28	+2,01	844	+ 7	660	910	...	...	SO. 2	0,91	14,9	+ 1,5	123,1
22	723,72	— 2,63	+10,94	+ 2,15	+ 9,6	+13,9	6,55	—0,64	688	—150	590	810	...	...	SSO. 2	0,99	14,6	+ 1,4	120,9
23	722,79	— 3,55	+ 8,47	— 0,14	+ 6,8	+13,2	5,98	—1,13	738	—100	500	890	1,1	2	NNE. 1	0,64	11,0	— 2,1	120,3
24	731,68	+ 5,34	+ 4,99	— 3,45	+ 0,1	+10,6	4,99	—2,04	777	— 62	530	970	...	...	variable	0,27	11,0	— 2,0	120,9
25	735,41	+ 9,07	+ 5,26	— 3,01	— 1,0	+11,9	5,48	—1,47	818	— 21	600	980	...	...	variable	0,02	—	—	118,5
26	736,24	+ 9,90	+ 5,11	— 2,99	— 0,7	+11,8	6,05	—0,82	895	+ 55	680	1000	...	...	SSO. 1	0,16	13,0	+ 0,3	115,6
27	733,50	+ 7,16	+ 2,82	— 5,10	— 1,1	+ 8,0	5,84	—0,95	984	+144	930	1000	...	...	SO. 1	0,77	13,0	+ 0,4	115,0
28	731,19	+ 4,85	+ 4,54	— 3,21	— 1,8	+11,4	6,11	—0,61	931	+ 90	690	1000	...	...	variable	0,56	13,2	+ 0,8	114,8
29	729,69	+ 3,34	+ 8,58	+ 1,01	+ 3,1	+12,7	6,83	+0,18	810	— 31	650	960	...	...	NNE. 1	0,71	13,4	+ 1,1	113,3
30	729,79	+ 3,44	+10,02	+ 2,62	+ 7,2	+14,9	7,68	+1,10	839	— 3	640	950	...	...	variable	0,58	13,6	+ 1,4	111,8
31	731,46	+ 5,11	+ 6,97	— 0,26	+ 2,4	+13,2	6,54	+0,03	870	+ 28	630	1000	...	...	variable	0,28	13,5	+ 1,5	110,0

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,81	726,34	726,43	726,04	725,60	725,49	725,86	726,65	727,01
2e »	729,00	729,31	729,46	728,90	728,29	728,14	728 37	728,63	728,84
3e »	730,14	730,71	730,75	730,35	729,84	729,73	730,11	730,38	730,68
Mois	728,38	728,85	728,94	728,49	727,97	727,85	728,18	728,61	728,91
				Température.					
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 7,74	+ 9,36	+12,23	+14,14	+14,52	+14,03	+12,74	+10,41	+ 9,52
2e »	+ 7,81	+ 8.81	+12,81	+14,78	+15,73	+15,77	+14,15	+12,49	+11,24
3e »	+ 4,18	+ 5,04	+ 9,26	+10,56	+11,35	+11,40	+ 9,28	+ 7,31	+ 6,28
Mois	+ 6,50	+ 7,65	+11,36	+13,08	+13,79	+13,66	+11,96	+ 9,98	+ 8,92
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	7,06	7,65	7,62	7,32	7,97	7,95	8,01	8,02	7,89
2e »	7,79	8,18	9,53	9,50	9,27	9,78	9,59	9,51	9,13
3e »	5,94	6,18	7,02	7,02	7,14	6,95	6,81	6,46	6,06
Mois	6,90	7,30	8,02	7,92	8,09	8,19	8,09	7,96	7,64
				Fraction de saturation en millièmes.					
1re décade	885	870	719	615	661	666	729	845	883
2e »	971	963	863	756	695	731	794	881	915
3e »	936	922	802	737	715	689	780	844	852
Mois	931	918	795	704	691	695	768	856	882

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 5,82	+16,34	0,54	+14,40	44,8	148,3
2e »	+ 7,37	+16,50	0,68	+14,81	1,5	133,2
3e »	+ 3,25	+12,70	0,56	+13,12	1,1	116,7
Mois	+ 5,41	+15,10	0,59	+14,05	47,4	132,2

Dans ce mois, l'air a été calme 5,0 fois sur 100

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,61 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 55°,8 O., et son intensité est égale à 21,56 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1874.

Le 1er brouillard tout le jour, fort vent du SO.
2, brouillard, pluie, neige.
3, neige, brouillard tout le soir.
4, clair le matin, neige l'après-midi et le soir.
5, brouillard jusqu'à 6 h. soir, après clair.
6, ciel très-clair tout le jour.
10, 11, 12 13, ciel parfaitement clair.
14, brouillard le soir, fort vent du SO.
15 et 16, brouillard tout le jour et très-fort vent du SO, surtout le 15.
17, brouillard presque tout le jour.
19 et 20, brouillard par intervalles, avec un fort vent du SO.
21, brouillard le matin et le soir.
22, brouillard, la neige commence à tomber le soir.
23, neige, brouillard tout le jour.
Du 24 au 31, le ciel a été très-beau et presque toujours sans aucun nuage.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 10 h. soir	567,09	Le 3 à 10 h. matin	557,21
11 à 8 et 10 h. soir	571,16	7 à 6 h. soir	564,03
18 à 10 h. soir	572,42	16 à 6 h. matin	562,35
26 à 8 et 10 h. soir	574,20	23 à 8 h. matin	557,84
31 à 10 h. soir	569,51	30 à 10 h. matin	566,57

SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1874.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim			
1	565,94	+ 0,08	565,09	566,68	+ 3,04	+ 1,53	+ 2,1	+ 4,3	.....	.....	....	SO. 2	0,94
2	562,07	— 3,70	560,72	563,61	+ 1,24	— 0,12	— 0,2	+ 3,2	.....	.....	....	SO. 1	0,93
3	567,99	+ 2,31	557,21	559,51	— 3,37	— 4,58	— 6,4	— 0,8	250	15,2.	....	NE. 1	0,99
4	561,28	— 4,31	560,57	561,92	— 0,04	— 1,10	— 2,2	+ 3,6	160	10,4.	....	variable	0,78
5	563,43	— 2,07	561,51	565,02	— 1,79	— 2,70	— 5,0	+ 0,3	.....	.....	....	NE. 1	0,72
6	566,47	+ 1,06	565,12	567,09	— 0,57	— 1,33	— 2,4	+ 2,8	.....	.....	....	SO. 1	0,00
7	564,44	— 0,88	564,03	564,92	— 0,87	— 1,48	— 4,7	+ 1,7	.....	.....	....	SO. 1	0,30
8	565,57	+ 0,33	564,25	566,52	— 0,42	— 0,89	— 2,0	+ 1,9	.....	.....	....	SO. 1	0,78
9	567,87	+ 2,72	566,51	569,41	+ 0,63	+ 0,31	— 4,0	+ 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,24
10	570,39	+ 5,33	569,50	570,70	+ 2,55	+ 2,38	+ 0,2	+ 6,6	.....	.....	....	NE. 1	0,01
11	570,74	+ 5,77	570,10	571,16	+ 2,76	+ 2,74	+ 0,6	+ 6,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
12	569,45	+ 4,57	569,31	569,62	+ 2,22	+ 2,36	— 0,2	+ 5,2	.....	.....	....	SO. 1	0,00
13	568,04	+ 3,25	567,21	568,63	+ 1,94	+ 2,24	— 0,6	+ 4,9	.....	.....	....	SO. 1	0,13
14	566,37	+ 1,67	566,08	566,98	+ 0,43	+ 0,88	— 1,1	+ 2,4	.....	.....	....	SO. 2	0,88
15	563,46	— 1,15	562,69	564,56	— 2,00	— 1,40	— 1,8	0,0	.....	.....	....	SO. 3	0,98
16	564,37	— 0,15	562,35	566,74	— 0,95	— 0,20	— 3,2	+ 0,3	.....	.....	....	SO. 2	1,00
17	570,40	+ 5,96	568,70	571,73	+ 1,86	+ 2,77	— 1,2	+ 3,2	.....	.....	....	SO. 1	0,92
18	571,97	+ 7,61	571,49	572,42	+ 5,77	+ 6,84	+ 4,4	+ 8,0	.....	.....	....	SO. 1	0,66
19	570,75	+ 6,47	570,21	571,53	+ 4,43	+ 5,65	+ 3,8	+ 6,0	.....	.....	....	SO. 1	0,67
20	568,67	+ 4,47	568,23	569,28	+ 3,21	+ 4,58	+ 3,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 2	0,93
21	566,56	+ 2,44	564,74	568,10	+ 2,53	+ 4,05	+ 1,6	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,67
22	560,90	— 3,14	560,22	562,00	— 1,77	— 0,10	— 2,8	0,0	.....	.....	....	NE. 1	0,90
23	559,52	— 4,44	557,84	561,97	— 3,55	— 1,72	— 5,8	— 0,4	150	9,8.	....	NE. 1	1,00
24	566,34	+ 2,46	564,25	568,18	— 1,50	+ 0,48	— 6,0	+ 1,0	.... .	.....	....	NE. 1	0,22
25	571,20	+ 7,40	569,68	572,96	+ 0,81	+ 2,94	— 3,2	+ 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,03
26	573,71	+ 9,99	573,03	574,20	+ 3,05	+ 5,33	+ 0,8	+ 5,7	....	.....	....	SO. 1	0,20
27	572,02	+ 8,37	571,28	572,81	+ 3,42	+ 5,85	+ 1,5	+ 5,1	.....	.....	....	SO. 1	0,10
28	569,25	+ 5,67	568,71	569,84	+ 3,47	+ 6,05	+ 2,5	+ 5,3	.....	.....	....	SO. 1	0,14
29	567,54	+ 4,03	567,17	568,26	+ 2,87	+ 5,60	+ 1,2	+ 4,5	.....	.....	....	SO. 1	0,16
30	566,88	+ 3,44	566,57	567,42	— 0,56	+ 2,32	— 2,0	+ 1,9	.....	.....	....	SO. 1	0,02
31	568,74	+ 5,37	567,74	569,51	+ 1,43	+ 4,45	+ 0,2	+ 4,2	.....	.....	....	SO. 1	0,06

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1874.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	564,08	564,25	564,60	564,49	564,49	564,55	564,61	564,85	565,09
2e »	568,20	568,35	568,53	568,35	568,21	568,30	568,49	568,77	568,70
3e »	567,33	567,38	567,51	567,42	567,40	567,50	567,60	567,76	567,85
Mois	566,56	566,69	566,90	566,77	566,72	566,80	566,92	567,15	567,24

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 1,06	+ 0,48	+ 1,35	+ 2,54	+ 1,85	+ 1,18	— 0,48	— 0,97	— 1,29
2e »	+ 0,57	+ 2,07	+ 2,91	+ 3,43	+ 3,79	+ 2,88	+ 2,11	+ 1,61	+ 1,57
3e »	+ 0,20	+ 0,74	+ 2,04	+ 2,02	+ 2,85	+ 1,94	+ 1,18	+ 0,58	+ 0,05
Mois	— 0,09	+ 1,08	+ 2,10	+ 2,64	+ 2,83	+ 2,00	+ 0,95	+ 0,41	+ 0,11

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 2,46	+ 2,86	0,57	25,6	410
2e »	+ 0,37	+ 4,00	0,62	—	—
3e »	— 1,09	+ 3,21	0,32	9,8	150
Mois	— 1,06	+ 3,35	0,50	35,4	560

Dans ce mois, l'air a été calme 1,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,38 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 53,76 sur 100.

* Voir la note du tableau

Fig. 1 *Echelle = 1/4*

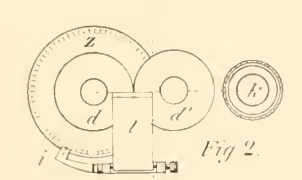


Fig 2.

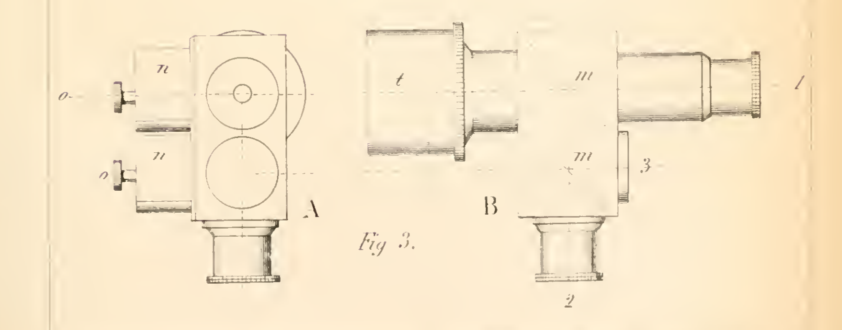


Fig 3.

SUR LA QUESTION

DES

TRANSPOSITIONS MOLÉCULAIRES

DANS LA SÉRIE AROMATIQUE

PAR

M. EUGÈNE DEMOLE [1].

La question de savoir si l'hydroquinone et la pyrocatéchine peuvent se transformer l'une dans l'autre a été souvent tranchée affirmativement et négativement.

L'on croyait autrefois que l'acide protocatéchique, suivant les circonstances, donnait par distillation l'un ou l'autre de ces dioxybenzols ; l'on sait aujourd'hui qu'il n'en est point ainsi, et que cet acide ne peut donner que la pyrocatéchine. Un des travaux les plus anciens et les plus importants qui se soient faits sur la question est celui de Lantemann [2] sur l'acide oxysalicylique.

Ce chimiste a montré que l'acide oxysalicylique, chauffé brusquement, perdait CO_2 et donnait par là naissance à un dioxybenzol, la pyrocatéchine ; à côté de cette dernière se trouvait aussi une certaine quantité d'hydroquinone.

Ce fait, si considérable pour la chimie des positions, n'avait jamais été vérifié. A l'époque du travail de Lantemann (1861), la théorie de Kékulé sur la série aromatique n'existait point encore, et l'on n'attachait pas une

[1] Ce travail, commencé dans le laboratoire de M. V. Meyer à Zurich, a été achevé dans celui de MM. Ador et Rilliet à Genève.

[2] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, CXX, p. 313.

importance bien capitale à la production de deux corps isomères dans la même réaction. En outre, disons-le aussi, les méthodes d'investigation de cette époque étaient moins précises que les nôtres, et il en résultait parfois des erreurs regrettables dans les faits observés.

Ces diverses raisons m'ont fait entreprendre une vérification complète du travail de Lantemann.

Les résultats auxquels je suis arrivé sont très-différents de ceux que j'attendais, et je suis bien éloigné de pouvoir leur donner une explication quelconque. Je les livre néanmoins à la publicité, parce qu'ils se rattachent à un des points qui me paraissent les plus importants à éclaircir pour nos théories chimiques : *les relations des atomes entre eux dans la molécule.*

Ce mémoire comprend donc la préparation des corps dont Lantemann s'est servi, leur purification absolue, l'examen des mélanges dont Lantemann s'est servi, croyant employer une combinaison unique, puis enfin la vérification des résultats obtenus par ce savant.

Acides iodsalicyliques.

Le premier corps dont Lantemann parle dans son travail c'est l'acide monoiodsalïcylique. Il indique comme température de fusion de cet acide 196° C. Chauffé avec la potasse, il donne l'acide oxysalicylique, fusible à 193°, lequel par distillation fournit un mélange de pyrocatéchine et d'hydroquinone.

Liechti [1] répéta une partie des expériences de Lantemann, et il arriva à des résultats différents. Selon lui, l'acide iodsalicylique fond à 184°, et l'acide oxysalicylique à 183°. A ce propos, Liechti pense que 193° au lieu

[1] Liechti, *Annalen*, suppl., VII, 129.

de 183°, dans le mémoire de Lantemann, ce ne peut être qu'une faute d'impression [1]. Je ne pense pas que ce soit possible, d'abord parce que Lantemann répète deux fois (p. 313 et 316) cette température 193°, puis parce que, ainsi que je le montrerai plus loin, lorsqu'on part d'un acide iodsalicylique quelque peu impur, on arrive, en effet, à un acide oxysalicylique fondant à 193°.

Quant à l'acide diiodsalicylique, selon Lantemann, il se décompose à 212°; selon Liechti déjà à 193°, et à 197° il perd de l'iode.

J'ai préparé l'acide monoiodsalicylique, d'après les indications de Liechti, par le moyen de l'iode et de l'acide iodique sur l'acide salicylique dissous dans l'eau presque bouillante. Il se forme ainsi les acides mono et diiodsalicyliques que l'on sépare au moyen de leurs sels de soude, dont la solubilité respective dans l'eau est fort différente. Après de nombreuses cristallisations, j'ai obtenu un acide iodsalicylique fondant exactement à 184°, ainsi que Liechti l'indique (et non à 196° comme le dit Lantemann).

Cet acide fondu avec de la potasse (exempte de chlorures et renfermant très-peu de carbonate), jusqu'à ce que l'acide sulfurique n'y occasionne plus de précipité (acide iodsalicylique), donne naissance à l'acide oxysalicylique, dont le point de fusion est 183° et non 193° (Lantemann).

L'acide iodsalicylique pur (184°) donne donc, par sa fusion avec la potasse, l'acide oxysalicylique pur (183°). Mais les résultats sont bien différents, si, au lieu de prendre l'acide fusible à 184°, l'on prend un acide un peu moins pur, par exemple, fusible à 180°-186°; dans ce cas, l'acide oxysalicylique obtenu ne fond plus à 183°, mais à 170°-190°; ce dernier, soumis à la cristallisation

[1] Loc. cit., p. 146.

fractionnée, se scinde en diverses portions, en particulier une portion fondant à 193° (acide oxysalicylique de Lantemann); ces portions, recristallisées souvent, donnent finalement deux acides, l'un, très-soluble dans l'eau, fondant à 183°, colorant en bleu pur le perchlorure de fer, et dont l'analyse a conduit à la formule $C_7H_6O_4$, c'est l'acide oxysalicylique; l'autre, très-peu soluble à froid dans l'eau, fondant à 199°, et possédant aussi la formule $C_7H_6O_4$, c'est l'acide protocatéchique.

La production de l'acide protocatéchique par le moyen d'un acide iodsalicylique est passablement surprenante. L'acide protocatéchique :

$$C_6H_3 \begin{cases} CO\,OH & (1) \\ OH & (2) \\ OH & (3) \end{cases}$$

ne renferme point de OH dans la position de l'acide salicylique, mais bien dans celle de l'acide paraoxybenzoïque ; on peut donc penser que pendant l'introduction de l'iode dans la molécule, il y a eu transposition d'un groupe OH de la position primitive de l'acide salicylique dans celle des acides oxybenzoïque ou paraoxybenzoïque.

En réalité, il n'en est rien. Si l'on place avec de l'amalgame de sodium le mélange des acides mono et diiodsalicylique bruts avec de l'eau pendant plusieurs jours, qu'on ajoute ensuite un acide, puis qu'on reprenne par l'éther, l'acide qu'on extrait par ce moyen est l'acide salicylique parfaitement pur fondant à 157°-158°.

Il y a donc deux points d'acquis : le premier, c'est que l'acide salicylique, traité par l'iode et l'acide iodique en présence de l'eau presque bouillante, ne donnent naissance qu'à des dérivés iodés salicyliques ; le second, c'est que l'acide iodsalicylique pur donne l'acide oxysalicylique pur.

D'où vient donc l'acide protocatéchique ? l'acide iodsalicylique pur n'en donne point, et l'acide iodsalicylique impur (180°-186°) en donne. Pour répondre à cette question, j'ai fractionné ce dernier acide (180°-186°), et j'en ai extrait : 1° de l'acide monoiodsalicylique, et 2° de l'acide diiodsalicylique. D'après d'autres expériences, l'acide soi-disant iodsalicylique (196°), de Lantemann, renferme à peu près les trois quarts d'acide diiodsalicylique [1].

Pour expliquer la formation d'acide protocatéchique dans la réaction ci-dessus, j'ai donc été logiquement conduit à étudier la réaction séparée de la potasse sur l'acide diiodsalicylique.

Action de la potasse fondue sur l'acide diiodsalicylique pur.

Lantemann [2], qui le premier a fait cette expérience, a obtenu un mélange confus d'acides galliques et pyrogalliques, qu'il n'a ni séparés ni analysés. Ce chimiste dit que l'acide diiodsalicylique se décompose vers 212° en brunissant, tandis que Liechti indique 193° comme température de décomposition. J'ai trouvé que cette dernière n'a pas lieu avant 220°, et que, si elle a lieu avant cette température, c'est grâce à une quantité plus ou moins grande d'acide monoiodsalicylique. J'ai purifié l'acide diiodsalicylique par le moyen de son sel de soude qui est peu soluble dans l'eau, relativement à la solubilité de l'acide monoiodsalicylique. L'acide, ainsi obtenu,

[1] Je ne doute en aucune façon que Lantemann n'ait en vérité obtenu et analysé un acide monoiodsalicylique pur; seulement il est probable que pour ses analyses il a employé une substance très-pure dont le point de fusion n'a pas été repris. Il est difficile d'expliquer autrement le double fait de ses bonnes analyses et de ses points de fusion fautifs.

[2] *Annalen*, CXX, p. 317.

fond avec dégagement d'iode entre 220° et 230° ; l'analyse a conduit au chiffre suivant d'iode :

Calculé pour l'acide diiodsalicylique.		Trouvé.
J	65,12	64,92

Pour être encore une fois parfaitement sûr que cet acide ne renfermait point de composés iodés des deux séries voisines, je l'ai traité par l'amalgame de sodium jusqu'à éloignement complet d'iode ; l'acide ainsi réduit n'est autre que l'acide salicylique fusible à 157°.

Quarante grammes de cet acide pur furent fondus en deux fois avec le double de leur poids de potasse pure et chauffés jusqu'à ce que l'addition d'un acide étendu n'occasionne plus de précipité ; la masse fut alors reprise par un acide étendu, puis, après refroidissement, par l'éther ; par évaporation ce dernier abandonna 12 grammes d'une masse brune, cristallisée, exempte d'iode ; par des traitements fréquents à l'acétate de plomb et à l'H_2S, je finis par obtenir un corps tout à fait incolore. Le point de fusion était situé entre 170° et 195°. Repris par l'eau et cristallisé, ce mélange se sépara bientôt en deux acides, l'un soluble, l'autre très-peu soluble dans l'eau. Le premier donne avec le Fe_2Cl_6 une coloration bleue pure très-stable et toutes les autres propriétés de l'*acide oxysalicylique* (183°) ; l'analyse conduisit aux chiffres :

Calculé pour $C_7H_6O_4$.		Trouvé.
C	54,54	54,47
H	3,89	3,96

Le second acide, peu soluble dans l'eau, fut très-difficile à purifier ; en prenant toujours les portions les moins solubles, je parvins cependant à en isoler l'*acide protocatéchique* fusible à 199°-200°, donnant avec Fe_2Cl_6 une co-

loration brune, passant au bleu par l'action d'un peu de soude et au rouge par beaucoup de soude. Cet acide distillé avec la pierre ponce donna de la pyrocatéchine fusible à 100°-110°, précipitable par l'acétate de plomb, et colorée en vert par le Fe_2Cl_6. L'analyse de cet acide conduit aux chiffres :

	Calculé pour $C_7H_6O_4$.	Trouvé.	
C	54.54	54.28	54,42
H	3.89	3,82	3.92

Donc l'acide diiodsalicylique, par l'action de la potasse fondue, donne les deux *acides oxysalicylique* et *protocatéchique.*

Il est aisé de comprendre à présent pourquoi l'acide iodsalicylique impur (180°-186° ou 196°) donne par KOH un acide oxysalicylique impur, formé d'acides oxysalicylique et protocatéchique.

Est-il étonnant dès lors que Lantemann, fondant un mélange d'acide oxysalicylique et protocatéchique, ait obtenu un mélange de pyrocatéchine et d'hydroquinone. Que s'il était parti de l'acide oxysalicylique pur, n'aurait-il pas obtenu l'hydroquinone pur ?

Certes, je reconnais ce que cette manière de voir a d'attrayant, mais malheureusement il n'en est point ainsi ; les expériences qui vont suivre montreront que l'acide oxysalicylique purifié, autant que faire se peut, livra néanmoins par la chaleur une certaine quantité de pyrocatéchine.

Action de la chaleur sur l'acide oxysalicylique pur.

Pour que cette expérience eût une valeur réelle, il fallait partir d'un acide oxysalicylique parfaitement pur, et acquérir un grand nombre de preuves de cette pureté.

Voici les expériences que j'ai faites pour cela :

L'acide oxysalicylique fut préparé par un acide iodsalicylique très-pur (fondant à 184° d'une manière constante): le point de fusion de cet acide oxysalicylique était 183°, et ce dernier ne fut nullement modifié par de nouvelles cristallisations. Le perchlorure de fer donna avec lui une belle coloration bleue, qui ne fut pas modifiée, au bout de plusieurs jours. J'ai trouvé que cette réaction n'a pas lieu si l'acide en question renferme des traces d'acide protocatéchique. Il se produit bien tout d'abord une coloration bleue, mais, suivant la quantité d'acide protocatéchique, elle passe plus ou moins rapidement au brun sale.

Une petite quantité d'acide protocatéchique, ajouté au liquide bleu donna de suite la coloration brun sale. L'analyse de cet acide donna les chiffres suivants :

	Calculé pour $C_7H_6O_4$.	Trouvé.
C	54,54	54,31
H	3,89	4,01

Enfin j'exécutai sur cet acide des déterminations de solubilité. Une certaine quantité fut ajoutée à un peu d'eau, sans qu'il y en eût assez pour permettre la complète dissolution. Je séparai alors en trois fractions, qui toutes eurent pour point de fusion 183° ; voici les quantités d'eau qu'elles ont exigé pour se dissoudre, la température étant 16° C.

1 p. d'acide demande pour se dissoudre :

1re fraction,	53,0	parties d'eau à 16° C.
2me fraction,	53,1	» » »
3me fraction,	53,09	» » »

Toutes ces expériences montrent donc l'absolue pureté de l'acide oxysalicylique dont je suis parti. Cet acide fut mis dans une petite cornue intimement mêlé à de la pierre ponce, précédemment lavée aux acides et calcinée. La

distillation doit être faite brusquement, sinon l'acide se sublime partiellement.

La plus grande portion du produit de la distillation cristallise dans le col de la cornue. Il se développe une forte odeur de quinone. On reprend les cristaux par l'eau, et l'on ajoute de l'acétate neutre de plomb.

Suivant la température à laquelle l'on a distillé, suivant la masse de substance distillée, et peut-être aussi suivant d'autres causes, il se forme ou il ne se forme qu'à peine un précipité. Dans quelques opérations ce n'était qu'un trouble, dans d'autres, un vrai précipité très-abondant. C'était tout le contraire pour Lantemann ; il obtenait beaucoup de pyrocatéchine et presque pas d'hydroquinone, fait bien aisé à comprendre, puisque l'acide oxysalicylique de ce chimiste renfermait une grande quantité d'acide protocatéchique. Le précipité de pyrocatéchine de plomb fut soigneusement lavé à l'eau, puis décomposé par H_2S, filtré et repris par l'éther. Ce dernier évaporé laissa des cristaux rectangulaires incolores fondant vers 100°-110°, et qui, après plusieurs purifications, fondirent à 110°. Leur solution aqueuse se colore en vert par Fe_2Cl_6, et produit bientôt un précipité noir. La couleur verte passe au beau violet par l'addition du bicarbonate de soude. Cette solution fournit, avec le nitrate d'argent, une réduction immédiate d'argent sans le secours de la chaleur. L'analyse de cette substance donna les nombres suivants :

	Calculé pour $C_6H_6O_2$.	Trouvé.
C	65,45	65,21
H	5,45	5,84

C'est donc la pyrocatéchine pure ; mais je répète ici que la quantité qui s'en forme est parfois si minime, que j'ai dû plusieurs fois répéter l'expérience avant d'acquérir la certitude que ce n'était point une impureté.

La liqueur d'où l'on a extrait la pyrocatéchine renferme encore beaucoup d'hydroquinone. Pour mettre cette dernière en évidence, on y ajoute H_2S, puis l'on filtre, reprend par l'éther et évapore. Il se dépose des cristaux incolores fondant vers 170°. Après quelques cristallisations de l'eau, ils fondent à 176°-177°. Ils donnent, lorsqu'on les chauffe brusquement (surtout avec les corps oxydants), une forte odeur de quinone. Ils sont très-solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. La solution aqueuse se colore en vert par Fe_2Cl_6, et donne avec $AzNO_3$ la réaction caractéristique pour l'hydroquinone. Séchés à 100° ces cristaux ont donné à l'analyse les chiffres suivants :

	Calculé pour $C_6H_6O_2$,	Trouvé.
C	65,45	65,27
H	5,45	5,25

Cette substance constitue donc l'hydroquinone pur. Il s'en forme une grande quantité, et très-peu de pyrocatéchine, mais enfin ces deux dioxybenzols prennent naissance par la décomposition de l'acide oxysalicylique pur. C'est là un fait excessivement curieux, et dont l'interprétation théorique est pour le moment d'une grande difficulté.

Il est à espérer que de nouvelles expériences concourront à expliquer un phénomène aussi intéressant.

CONTRIBUTION

A

L'HISTOIRE NATURELLE DU GENRE SELACHE

PAR

M. le Professeur P. PAVESI.

CONTRIBUZIONE ALLA STORIA NATURALE DEL GENERE SELACHE.

(Estratto dagli Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova, vol. VI, 1874)

Le mémoire, dont nous donnons ici une traduction abrégée, vient de paraître dans le volume VI des *Annales du Musée civique de Gênes*, publiées par la munificence du marquis Jacques Doria. Il a trait à un gros Squale ou Chien de mer pris le 25 avril 1870, près de Lerici, dans le golfe de la Spezia, et conservé maintenant dans les collections du Musée de l'Université de Gênes, confiées à la direction du docteur Pavesi, professeur de zoologie et d'anatomie comparée. Le dit mémoire renferme cinq gravures sur bois, empruntées aux auteurs comme points de comparaison, plus une planche lithographique figurant le Squale en question de profil, par-dessus et par-dessous, et deux planches anatomiques, l'une, en noir, montrant le squelette de la tête et l'appareil hyoïdeo-branchial avec ses annexes, l'autre, en couleur, représentant le cœur à l'extérieur et à l'intérieur. M. Pavesi a divisé son travail en quatre chapitres : 1° description du Squale; 2° discussion systématique ; 3° distribution géographique ; 4° diverses notes anatomiques. Voici un bref résumé de cet intéressant travail :

Le Squale qui doit nous occuper ne présente aucune différence importante avec les autres espèces du genre, dans la partie du corps postérieure aux nageoires pectorales. Toutefois, l'auteur fait remarquer, dès l'abord : que, des deux nageoires dorsales, la première, la plus grande, se trouve au-dessus de la moitié de l'espace compris entre les pectorales et les ventrales; que l'anale est petite et placée à peine en arrière de la seconde dorsale; qu'une entaille, disposée près de la partie extrême du bord postérieur du lobe supérieur de la caudale, simule comme un petit lobe secondaire; enfin, qu'il existe une carène sur les côtés de la queue, depuis l'anale jusqu'à la base de la caudale.

Voici les proportions de l'animal :

Longueur totale du poisson (depuis le bout du museau à l'extrémité du lobe supérieur de la nageoire caudale). .	$2^{m},95$
Circonférence maximum du corps (à la base des pectorales).	$0^{m},90$
Circonférence minimum (à la partie postérieure de la queue).	$0^{m},30$
Longueur des pectorales	$0^{m},39$
Largeur des pectorales	$0^{m},17$
De l'origine de la première dorsale au bout du museau . . .	$1^{m},13$
Hauteur de la première dorsale.	$0^{m},25$
Base adhérente de la première dorsale	$0^{m},22$
De l'origine de la deuxième dorsale à l'insertion postérieure de la première.	$0^{m},54$
Hauteur de la deuxième dorsale	$0^{m},65$
Base adhérente de la deuxième dorsale	$0^{m},07$
De l'origine des ventrales à l'insertion postérieure des pectorales.	$0^{m},62$
Base des ventrales	$0^{m},16$
De l'origine de l'anale à l'insertion post. des ventrales. . . .	$0^{m},30$
Base de l'anale.	$0^{m},07$
Longueur du lobe supérieur de la caudale	$0^{m},60$
Longueur du lobe inférieur de la caudale.	$0^{m},38$

Les particularités qui distinguent plus particulièrement ce Squale résident principalement : en premier lieu, dans les formes du museau, faisant une forte saillie sur une tête très-large et assez allongé pour égaler presque un neuvième de la longueur totale du poisson ; en second lieu, dans la grandeur des ouvertures branchiales dissimulées sous une peau flasque singulièrement soulevée ; enfin, dans les énormes dimensions d'une bouche franchement antérieure.

Dans la région céphalo-branchiale, le corps est déprimé, soit présente une section ovale dont le grand diamètre est transversal. La bouche, qui s'étend d'un côté à l'autre de cet ovale, est, comme nous l'avons dit, complétement antérieure et transversale, c'est-à-dire qu'elle ne se prolonge pas, comme d'ordinaire, sur les côtés de la tête. Les ouvertures branchiales, au nombre de cinq, atteignent, par dessous, à peu prés à la ligne médiane, mais restent sur le dos, de plus en plus séparées, à partir des premières ou antérieures qui cerclent presque entièrement le cou.

A partir de sa plus grande largeur antérieure, le corps se rétrécit brusquement en avant, en faisant un angle presque droit, et saillit sous forme de museau ou *rostrum* prismatique, à surfaces inférieure et supérieure horizontales et à pans latéraux verticaux, toutes faces presque également plates ou très-légèrement convexes, et formant des angles émoussés. Ce museau est tronqué obliquement d'avant en arrière, concave dans le milieu et saillant en bec d'oiseau en dessus ; de telle manière que la surface antérieure est à peu près pyriforme avec la pointe en haut. La face supérieure est presque sur le même plan que le dos, très-peu inclinée en avant et en bas, et serait

pentagonale si l'on pouvait tracer une ligne de démarcation à sa réunion avec le corps : son sommet est dirigé en avant, et les côtés les plus courts sont divergents, tandis que les plus longs sont à peu près parallèles.

Largeur maximum de la tête.	$0^m,50$
Largeur de la bouche	$0^m,46$
Longueur totale de la région préorale ou *rostrum*.	$0^m,34$
Longueur du *rostrum*, depuis le bord antérieur de l'œil. . .	$0^m,235$
Largeur maximum du *rostrum*	$0^m,165$

Les yeux sont placés sur les côtés de la base du museau et assez rapprochés de l'angle inférieur de celui-ci, soit à l'endroit où il commence à s'élargir pour se confondre avec le corps. L'on n'a point observé de membrane nyctitante. Les narines s'ouvrent à un demi-décimètre en avant des yeux, toujours sur la surface inférieure du museau. Les évents, très-petits et en forme de C, avec la concavité en arrière, sont distants d'un décimètre de l'angle antérieur externe de la tête, et situés à huit centimètres à peu près au-dessus du bord de la mâchoire inférieure.

Les dents sont très-petites, à peine hautes de 1 à 3 millimètres, et n'occupent pas le bord entier des mâchoires; en général, elles sont disposées en deux séries alternantes. Ces organes affectent la forme de clous crochus, recourbés en arrière depuis leur milieu. La partie perpendiculaire de ces dits crochets ne présente pas de dentelures latérales; la partie horizontale est convexe en dessus, celluleuse et creusée à l'intérieur. Toutefois, bien des dents s'écartent de cette forme typique: les plus petites, en particulier, sont comprimées et recourbées en divers sens.

Enfin, la peau de l'animal frais était d'un gris d'acier sombre sur toutes les parties supérieures, et blanchâtre sur les faces inférieures, la surface inférieure des pectorales, les ventrales et l'anale comprises. Cette peau est, en dessous surtout, couverte d'épines très-petites et recourbées en arrière, de telle sorte qu'elle est rude au toucher, et écorche les mains lorsque l'on veut les passer sur elle en sens contraire. D'autres pointes ou épines plus grosses recouvrent le museau, tout en laissant cependant sur celui-ci de petits espaces transversaux nus, comme des sillons. D'autres épines encore, plus grandes même que ces dernières et dentelées à la base, sont distribuées en lignes doubles ou triples, mais irrégulières, le long des côtés du corps, depuis les ouvertures branchiales jusqu'à la carène de la queue.

Étant donnés les caractères que nous venons d'énumérer, il paraît évident que ce nouveau Squale doit rentrer dans la famille des *Lamnides*, et plus particulièrement dans le groupe des *Selachini*. Après avoir compulsé à peu près toute la vaste bibliographie qui a trait à ces animaux, l'auteur a constaté que plusieurs espèces décrites précédemment, et très-voisines du Squale en question, doivent être identifiées avec ce dernier. Ce sont : le *Squalus rostratus* dont Macri a donné, en 1839, une courte description et une figure mauvaise, bien qu'assez reconnaissable; un Squale dont M. Couch a parlé, déjà en 1822, et que cet auteur a décrit et figuré, en 1862, sous le nom de *Polyprosopus Rashleighanus*, en même temps qu'un autre, le prétendu *P. macer*, qui paraît n'être que le même Squale dans un meilleur état de conservation :

enfin, le *Squalus* ou *Cetorhinus rostratus* de M. Cornish de Penzance, décrit en 1870.

A l'exception de la première de ces espèces, soit de celle de Macri, qui n'a, du reste, jamais été mentionnée depuis par personne, les autres Squales précités ont été successivement rapportés au genre *Selache* Cuv., soit *Cetorhinus* Blainv., ou à un genre nouveau, au dit *Polyprosopus* Couch, très-voisin du dernier, mais séparé précisément de celui-ci par la présence d'un petit *rostrum* saillant et d'une bouche très-large.

Cependant. M. Gill, en 1864, bien que sans fournir de nouveaux arguments, avait avancé déjà que les différences entre *Polyprosopus* et *Selache* ne sont pas réelles, mais dues seulement à la déformation de quelques parties, ou à des observations défectueuses ou imparfaites. Après celui-ci, le docteur Günther, dans son ouvrage monumental sur l'ichthyologie, tient ces divers Squales pour de simples *monstruosités* de la *Selache maxima* (Gunn.), unique espèce du genre ; ce n'est pas tout, le même auteur écrit, dans le volume pour 1870 du *Zoological Record,* que le Squale de M. Cornish ne lui paraît pas davantage différer de la même *S. maxima.*

En face de pareilles affirmations, en apparence trop absolues pour n'être pas en partie gratuites, le professeur Pavesi s'est efforcé de discuter amplement la question, et a tout d'abord examiné si les caractères attribués au genre *Prolyprosopus* sont suffisamment importants pour l'établissement d'un genre nouveau. Frappé des nombreuses contradictions existant entre les divers auteurs sur le sujet de la *Selache maxima,* et remarquant que les caractères tirés de la dentition, des dimensions des ouver-

tures branchiales, de la situation ainsi que du nombre et de la forme des nageoires, de la présence des évents et de la carène caudale, etc., sont, quant à leurs parties essentielles, semblables dans les genres *Polyprosopus* et *Selache*, il a conclu à son tour, après un sérieux examen, que le prétendu genre nouveau doit être effacé des tableaux zoologiques, et qu'il faut, par le fait, modifier un peu les caractères attribués jusqu'ici au genre *Selache*.

Ce premier point établi soulevait nécessairement à sa suite plusieurs questions difficiles auxquelles notre savant auteur a répondu par une série d'arguments. A quelles causes, par exemple, faut-il attribuer les différences constatées, dans les formes de *Selache*, entre les museaux courts et émoussés, et les museaux saillants et acuminés; faut-il les considérer comme dues à des déformations monstrueuses, ou bien, à défaut d'explication, doit-on simplement n'en tenir aucun compte?

Il n'y a pas de raison pour négliger ces différences de forme; il doit paraître, au contraire, indispensable à tout zoologiste conséquent de chercher à expliquer de pareilles dissemblances. Ces divergences ne dépendent pas du sexe des individus, puisque les *Polyprosopus macer* de Couch et le Squale de Cornish, bien que femelles, sont très-semblables au Squale de Lerici, qui est un mâle. Elles ne résultent également pas des effets de l'âge, puisque les *Polyprosopus* de Couch mesuraient déjà plus de 29 pieds de longueur, tout en présentant les mêmes différences caractéristiques dans le museau. Les traits distinctifs du jeune âge se montrent surtout dans les nageoires, qui s'atrophient ou croissent plus ou moins, dans la grandeur de l'œil et dans quelques autres parties; et, si l'on veut

s'attacher plus spécialement aux formes du *rostrum*, on est forcé de reconnaître que le museau n'est jamais plus long chez les jeunes que chez les adultes, qu'il est même généralement plus court. Du reste, J. Müller nous a mis en garde contre la tentation de comparer le museau des poissons osseux, qui seuls ont été étudiés jusqu'à présent à ce point de vue, avec celui des poissons cartilagineux, par le fait que les parties qui les forment sont entièrement différentes.

On ne peut et on ne doit pas, suivant le professeur Pavesi, souscrire à l'idée de monstruosités possibles, puisque les arguments en faveur de cette opinion sont tout à fait hypothétiques et insuffisants. Ajoutons qu'une monstruosité, tendant à augmenter la mâchoire supérieure, serait un fait nouveau en tératologie, qu'il est même déjà très-rare que celle-ci n'arrive pas à atteindre à ses dimensions normales. Avant tout, il ne paraît pas logique de parler de monstruosités, quand on ne possède pas même une riche série d'exemplaires de la *Selache maxima*, et que l'on voit les prétendues monstruosités se répéter, à des époques et dans des lieux différents, toujours à peu près de la même manière.

Se croyant donc fondé sur des caractères décisifs, et pour concilier tant de données contradictoires, notre auteur conclut à l'admission de deux espèces de *Selache*, la seconde devant être nommée *Rostrata*. Il restaure ainsi le premier nom de Macri que Cornish avait employé à nouveau, en méconnaissant la priorité de celui-ci.

Voici comment le professeur Pavesi propose d'ordonner les caractères du genre et des deux espèces :

Genre SELACHE, CUV.

Dents très-petites, plus ou moins nombreuses, coniques, avec l'extrémité recourbée en arrière, et sans dentelures latérales.

Ouvertures branchiales très-grandes, entourant le cou presque en entier.

Des fanons ou franges branchiales cornées.

Events petits et situés au-dessus de l'angle de la bouche.

Nageoire caudale pourvue d'un petit lobe secondaire vers le haut.

Peau rude, par le fait de la présence de petites épines recourbées en arrière.

S. MAXIMA (Gunn.).	S. ROSTRATA (Macri).
Tête petite et normale.	*Tête très-large et déprimée.*
Museau court et obtus.	*Museau très-saillant et développé en forme de bec à l'extrémité.*
Bouche large et régulièrement étendue sur les côtés.	*Bouche très-large et ne s'étendant pas sur les côtés, soit, au contraire, entièrement antérieure et transversale.*
Yeux placés près du bout du museau.	*Yeux situés à la base du museau et très-éloignés de l'extrémité de celui-ci.*

La *Selache maxima* ou le *Pèlerin, Brugde* des Norwégiens, *Basking-Shark* des Anglais, etc., est propre à l'Océan arctique et plus particulièrement à la mer de Norwége, au Groënland et à l'Islande. Cependant, cette espèce a été pêchée aussi dans le nord de l'Atlantique américain, ainsi que dans la mer des Orcades et dans celle d'Irlande; il paraît même qu'elle fait des migrations régulières du côté des îles Tory et dans la Clew-Bay.

Ajoutez qu'elle a été rejetée sur les côtes du Danemark, de la France occidentale et du Portugal, même jusque dans la Méditerranée. Cette dernière donnée de Couch provient d'un certain Pomet apothicaire, et il semble hors de doute qu'on lui doive rapporter le *Squalus isodus* de Macri, pris, en effet, dans les environs de Capri, en 1810. Naccari et, après lui, Nardo, Perugia, Ninni et Canestrini attribuent aussi ce Sélacien à l'Adriatique ; mais notre auteur nous montre qu'on ne peut guère ajouter une foi implicite à des assertions qui, telles que celles-ci, ne reposent sur aucun fait positif.

La *Selache rostrata*, au contraire, n'a été prise jusqu'à présent que dans la Manche occidentale, sur les côtes de Cornouailles et dans la Méditerranée près de Reggio de Calabre et la Spezia.

On ne sait pas s'il existe quelque part d'autres exemplaires de la première de ces espèces, que les deux sujets conservés dans les Musées de Paris et de Bergen ; on ne possède également de la *S. rostrata* que les deux échantillons des Musées de Penzance et de l'Université de Gênes. Le collége of Surgeons de Londres a cependant un grand nombre de pièces anatomiques diverses du *Sq. maximus* de Home, et les fanons branchiaux de cette espèce sont également conservés dans les Musées de Copenhague, de Christiania, de Kiel et de Trondhjem. Gênes possède la masse gélatineuse du museau avec les canaux muqueux ou tubes des sens, une petite partie des branchies, une portion de l'œsophage présentant des papilles touffues très-singulières, les yeux, le cœur, l'encéphale et le squelette complet, avec les fanons en place.

M. Pavesi n'a parlé qu'en passant de la plus grande partie des pièces anatomiques que nous venons de signaler, comme déjà trop connues ou peu dignes d'attention ; mais, il s'est attaché tout spécialement à décrire le squelette, l'encéphale et le cœur.

Le premier, le *squelette,* n'a jamais été étudié dans le genre *Selache ;* nous remarquerons, à ce propos, que la partie céphalique de celui-ci et l'appareil hyoïdeo-branchial présentent le principal intérêt, tandis que le reste semble n'offrir presque aucune particularité importante.

Le crâne de notre *Selache* se rapproche beaucoup de celui des *Carcharias* et genres voisins. La voûte crânienne est bombée et ovoïde, et offre, sur le devant, une large *fontanelle,* en arrière de laquelle se voient deux petits trous contigus qui conduisent à l'intérieur de la boîte crânienne. La plus grande largeur du crâne se trouve sur le plan qui coupe les capsules périotiques. Les cavités auditive et optique sont réunies en une de chaque côté. Les pavillons nasaux sont très-peu prononcés.

La région nasale, prolongée dans le *rostrum,* présente une charpente osseuse intéressante, en ce sens qu'elle est tout à fait caractéristique chez cette espèce de *Selache.* On y voit une large plaque inférieure, qui se rétrécit peu à peu en avant, en même temps qu'elle se courbe en S en bas et en haut, pour se terminer dans une sorte de bec à pointe obtuse. Au-dessus des côtés de cette plaque courent deux bandelettes cartilagineuses qui commencent devant les pavillons nasaux et convergent au bec de la dite plaque. L'auteur a comparé ces bandelettes aux brides d'un couple de chevaux, par le fait que, après une certaine longueur, chacune d'entre elles se décompose en deux cordons : un cordon externe qui s'attache

assez vite aux bords latéraux du bec, et un cordon interne qui, au lieu de se croiser avec son pendant du côté opposé, s'unit à lui et forme ainsi une bandelette unique prolongée sur la ligne moyenne jusqu'au bout du bec. Il est à remarquer que, bien que semblant s'écarter passablement de la forme typique du squelette du museau des Squales, cette structure particulière ne présente, cependant, qu'une différence assez simple de forme et de développement. La plaque inférieure est un prolongement du vomer, remplaçant ici la petite lame inférieure de cet os, et les bandelettes ne sont également que des branches supérieures, plus longues que d'ordinaire, qu'il faut tenir pour des prolongements des frontaux. L'anatomie comparée a fait connaître déjà plusieurs modifications graduelles de cette partie du squelette.

Les cartilages odontoïdiens, soit les mâchoires, comme on les appelle improprement, quoiqu'ils ne soient pas de véritables mâchoires, offrent ceci de singulier qu'ils ne se recourbent pas en arrière pour former le fer à cheval, mais qu'ils sont droits sur les côtés, de telle sorte que la fente bucale est uniquement antérieure. Les cartilages labiaux manquent. Les pièces de conjugaison de l'os hyoïde ne sont pas distinctes et semblent faire corps avec la partie dite *copula*.

Un des points importants de l'étude anatomique du professeur Pavesi nous paraît résider dans la détermination exacte de certaines appendices du système branchial qui présentent l'aspect d'un appareil composé de soies ou de crins et que l'auteur dit ressembler à de fines dents en peigne, d'apparence cornée, comprimées, larges et en faux à la base. En effet, peu d'auteurs ont parlé jusqu'ici de ces organes, pas même Home et

de Blainville dans leurs deux monographies anatomiques de la *Selache*. On connaissait, il est vrai, déjà de semblables soies isolées, mais on ne savait ni de quel animal elles provenaient, ni à quelle partie du corps il fallait les rapporter. En 1867, le professeur Hannover avait fait une étude microscopique de ces curieux filaments; tout dernièrement, en 1873 seulement, l'illustre professeur Steenstrup, se basant sur des données bibliographiques, crut pouvoir rapporter ces organes au genre *Selache*, les disant placés le long des fentes branchiales et les nommant *appareils tamiseurs ou fanons branchiaux* (Giaellegitteret eller Giaellebarderne).

Le professeur Pavesi est le premier qui ait fixé exactement la place des appendices en question; les figures qui accompagnent son mémoire ne laissent subsister aucun doute sur ce point, principalement celle qui représente une coupe demi-théorique d'un arc branchial. Les fanons, propres à ce genre seulement, sont fixés à la surface postérieure d'une sorte de membrane cartilagineuse qui fait suite au suspenseur et à la corne de l'hyoïde, sur les deux surfafaces des quatre arcs branchiaux et sur la face externe des pharyngiens inférieurs. Ils s'étendent ainsi, par-dessus et par-dessous, entre les arcs branchiaux, entre le suspenseur, la corne de l'hyoïde et le premier des arcs, et entre le dernier de ceux-ci et les pharyngiens. Les soies sont attachées, très-près les unes des autres, à la lame cartilagineuse de l'arc, sur une ligne régulière qui partage à peu près par la moitié la surface de celui-ci ; de telle sorte que la portion interne est cachée sous la partie filiforme des fanons, mais nue, tandis que la partie externe, située entre ces organes et le bord libre pourvu de rayons branchiostéges, est, au contraire, tapissée par les

lamelles branchiales. La tranche des fanons forme, à sa base, avec le côté externe de l'arc, une sorte de carène assez saillante. En un mot, ces organes, de dimensions variables, représentent la forme d'un peigne fin ou, mieux encore, les barbes rigides d'une forte remige de rapace. La plus grande longueur des soies constatée par l'auteur est de 40 mill.; toutefois, ces fanons mesurent jusqu'à 5 ou 6 pouces chez la *S. maxima* adulte. Ces dits fanons rappellent parfaitement les organes de formes diverses que l'on voit sur l'arc branchial de beaucoup de poissons; cependant, au lieu d'être disposés sur la concavité de l'arc, ils sont ici attachés aux surfaces latérales de celui-ci. Une semblable conformation ne se trouve que chez le *Pomatomus telescopium* et est ici décrite pour la première fois. Ces organes n'ont rien de commun avec les *appendices prébranchiaux* décrits par Panceri dans les *Cephaloptera*, ni avec les célèbres appareils des poissons labyrinthiformes, des *Clarias* et autres.

Si nous passons maintenant à l'examen de l'*encéphale*, nous verrons que l'auteur arrive à l'idée que l'encéphale de *Selache* doit prendre place dans un groupe de formes relativement très-élevées. Il est, en effet, une sorte de répétition de la forme de celui du *Carcharias glaucus* et a beaucoup de rapports avec ceux des *Galeus*, *Lamna*, *Carcharodon*, etc.; de telle manière qu'il faut le ranger dans la troisième division des encéphales des plagiostomes admise récemment par M. Miklucho-Maclay, c'est-à-dire dans la division supérieure de cet auteur. Toutefois, le professeur Pavesi, en considération du peu de concentration des diverses parties de cet encéphale, ne croit pas devoir jusqu'ici le rapporter à la forme la plus élevée, et serait plutôt d'accord avec l'avis du professeur L. De-

Sanctis, qui voit un degré de perfectionnement plus complet dans les encéphales des *Zygaena, Dicerobatis, Myliobates* et *Trygon*. L'encéphale de *Selache* était connu et décrit déjà, en partie seulement, par Home, qui paraît s'être laissé entraîner aussi à de fausses interprétations. Le cerveau antérieur, dont une partie fait défaut dans la préparation du Musée de Gênes, est de forme ovale, court, bombé et lisse ; on y distingue une petite fissure à l'origine des nerfs olfactifs et un profond sillon médian s'étendant longitudinalement sur la moitié postérieure de sa longueur. Le troisième ventricule reste découvert. Les deux lobes optiques, qui forment le cerveau intermédiaire, saillissent en formes d'olives sur les côtés de la moitié antérieure du cervelet et reçoivent celui-ci, comme dans un moule, entre leurs concavités supérieures internes. Au-dessous de ceux-ci se trouve l'hypophyse, ou corps pituitaire, discoïdale, plate et entourée en avant par les lobes inférieurs, comme d'une bande lobulée. Le cerveau moyen ou cervelet est comparativement très-volumineux, de forme allongée, courbé en dos d'âne en dessus et un peu asymétrique, par le fait qu'il se replie légèrement à gauche vers le milieu. Il est divisé, d'avant en arrière, par huit sillons transversaux, en petits lobes successifs, et non en grands lobes, comme cela se voit si souvent. Le cerveau postérieur consiste en une simple bande transversale, à peine couverte sur les côtés par les lobes postérieurs du cervelet. Enfin, le retrocerveau, ou la moelle allongée, bien développé et pourvu d'un ample sinus rhomboïdal, est bordé par les corps restiformes dont les replis se voient vers la partie antérieure et qui protégent les lobes du nerf vague couverts en partie par les lobes du trigumeau. A l'intérieur des lobes du nerf vague cou-

rent les *funiculi teretes*. Enfin, la surface inférieure de la moelle présente de larges pyramides.

Pour terminer ces quelques observations anatomiques, nous n'avons plus à parler que du *cœur* de notre Squale, en faisant observer tout d'abord que cet organe tient ici plus du cœur des poissons osseux que de celui des cartilagineux et s'écarte, sur plusieurs points, de ce qu'en ont dit Home et de Blainville.

Le ventricule, tétraédrique avec des angles arrondis, présente une surface supérieure étroite et couverte en partie par l'oreillette. Cette dernière est pyramidale, terminée en pointe obtuse en avant et forme, par la base, deux saillies sur les côtés du sinus de Cuvier. Le bulbe artériel est séparé de la base étroite du cœur par un profond sillon.

L'auteur fait remarquer tout particulièrement que l'oreillette est creusée de petites fosses rondes, dont les parois sont très-fines et qui correspondent à des tubercules externes, visibles surtout quand le sac est injecté. Il observe en outre : premièrement, que les parois du ventricule sont très-épaisses et présentent deux couches musculaires lâchement unies ; secondement, que le bulbe présente trois verticilles composés chacun de trois valvules sygmoïdes, parmi lesquelles valvules celles des deux verticilles inférieurs ont le bord pourvu de plusieurs brides les reliant en haut aux parois du bulbe.

Un nouveau point important des observations du professeur Pavesi réside dans la découverte de deux valvules nouvelles à l'orifice auriculo-ventriculaire. Home n'a figuré qu'un seul de ces organes ; mais de Blainville a très-bien décrit deux valvules triangulaires, très-larges

et puissantes, ayant leur bord libre perpendiculaire à l'orifice (quand elles sont tendues), orifice disposé comme une longue fente, au niveau à peu près des deux tiers postérieurs de l'oreillette, ou vers la moitié antérieure du ventricule. Entre ces valvules connues, notre auteur trouve, de chaque côté, une petite valvule à poche, dont le fond regarde l'orifice auriculo-ventriculaire et dont le bord libre est tourné vers la cavité du ventricule, vis-à-vis d'une fosse ovale très-marquée. Le but de ces valvules secondaires est évidemment de compléter la clôture de l'orifice au moment de la systole, parce que les prises extérieures des valvules majeures restent un peu distantes l'une de l'autre. Personne n'a encore décrit ces valvules, que l'auteur nomme *accessoires*, et une disposition analogue ne paraît avoir été observée jusqu'ici que chez l'*Orthagoriscus mola*. Peut-être cette structure particulière devra-t-elle aussi constituer une différence spécifique entre les deux *Selache, Rostrata* et *Maxima*. De Blainville ne fait également aucune mention d'une petite valvule, probablement celle de Tebèse, qui se trouve placée en avant et à gauche de l'embouchure des veines coronaires dans le sinus de Cuvier.

Nous trouvons enfin, dans le mémoire du professeur Pavesi, de nombreux détails descriptifs et de bonnes figures, à propos des très-nombreux vaisseaux propres du cœur. Les deux artères coronaires suivent le bulbe, l'une par-dessus et l'autre par-dessous, et se comportent à peu près de la même manière dans leurs divers embranchements. Elles arrivent toujours à l'origine de l'artère branchiale au-dessus du bulbe et se subdivisent vers le sillon bulbo-ventriculaire, pour se ramifier sur le ventricule. On

voit, en outre, une branche arquée, appelée par l'auteur *arteria comunicante*, unissant la coronaire supérieure à l'inférieure. L'oreillette est nourrie par une petite artère qui vient des dernières ramifications de la branche droite de la coronaire supérieure.

Les veines principales sont au nombre de quatre, et accompagnent presque toujours côte à côte les artères, ou passent au-dessous d'elles ; toutes se réunissent en une seule qui joint le sinus de Cuvier très-peu avant l'oreillette, après avoir reçu encore un petit vaisseau de celle-ci. En somme, le système veineux est beaucoup plus développé sur la surface droite que sur la gauche du cœur.

Voici, nous semble-t-il, un travail intéressant qui jette sur bien des questions zoologiques et anatomiques un jour précieux et tout nouveau.

V. F.

SUR LA GÉOLOGIE

DE LA

PARTIE CENTRALE DE LA CHAINE DU CAUCASE

PAR

M. ERNEST FAVRE

Malgré sa proximité de l'Europe, le Caucase est resté longtemps en dehors des recherches scientifiques. La difficulté du voyage au milieu de populations insoumises, le brigandage et les guerres incessantes éloignaient les explorateurs de ces hautes montagnes qui sont pourtant si belles et si dignes d'intérêt à tous égards. Dubois de Montpéreux [1] est le premier qui les ait explorées d'une manière un peu détaillée et qui ait eu quelque idée de leur constitution géologique; encore ses recherches furent-elles exécutées autour du Caucase et ne put-il approcher du centre de la chaîne que par la route de Géorgie qui, depuis longtemps déjà, était au pouvoir de la Russie. Les cartes géologiques de Murchison (Russie d'Europe), de Hommaire de Hell (Russie méridionale), de Dumont (Europe), ne donnent qu'une idée inexacte de la constitution de cette chaîne qui fut étudiée depuis avec beaucoup de persévérance et de talent par M. Abich. Les recherches de ce savant naturaliste sont consignées dans de nombreuses publications [2].

[1] Voyage autour du Caucase, 6 vol. et un atlas, 1839 - 1843. — *Bulletin de la Société géolog. de France*, 1837, VIII, p. 371, 388.

[2] *Mémoires, Bulletin et Mélanges de l'Acad. des Sciences de Saint-Pétersbourg. — Bull. de la Société des naturalistes de Moscou*, etc., etc.

J'ai fait successivement deux voyages au Caucase. Au retour du premier, qui fut court, je publiai une note sur ses glaciers[1], les documents que je possédais sur d'autres sujets étant trop disséminés pour donner lieu à un travail d'ensemble. Mon second voyage (1871), dans lequel je passai cinq mois dans l'intérieur des montagnes, m'a fourni les éléments d'un travail plus général et plus complet[2].

La région que j'ai parcourue et qui comprend la partie la plus élevée de la chaîne est figurée sur une carte géologique jointe à cet ouvrage; elle est située entre la steppe au nord, le méridien de l'Elbrous à l'ouest, les plaines de la Mingrélie et de la Géorgie au sud, la route militaire de la Géorgie à l'est. Les principales vallées que j'ai visitées sont celles de l'Aragva, du Ksan, des deux Liakhva, de la Kvirila, du Rion, du Tskhénis-tskhali et la partie supérieure de celle de l'Ingour au sud, celles du Térek, de l'Ardon, de l'Ouroukh, du Tchérek, du Tchéguem et du Baksan au nord.

Les roches cristallines jouent un grand rôle dans la constitution de la chaîne, mais elles diminuent constamment d'importance en s'avançant à l'est. Leur direction est O.N.O.—E.S.E. Au méridien de l'Elbrous, elles forment la chaîne centrale et s'étendent plus au nord sur 90 kilomètres de largeur, servant ainsi de base au cône de l'Elbrous et aux dépôts secondaires; la largeur de cette zone diminue vers l'est sans que la hauteur de la chaîne

[1] *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1869.

[2] Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase, avec une carte, une planche de coupes et des gravures sur bois dans le texte. (*Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles*, et à part.)

en soit amoindrie; aucun col n'est inférieur à 3000 mètres du Chtavler à l'Adaï-Khogh, c'est-à-dire sur une longueur de plus de 120 kilomètres, et on y trouve des sommités d'une grande hauteur, l'Ouchba, le Tetnould, l'Adich, le Kochtan-taou (5211m), le Dykh-taou (4158m), l'Edémis-mta, le Gourdzievtsek, le Bourdjoula, l'Adaï-Khogh (4646m). Le granit forme l'axe central de la chaîne. Celle-ci s'abaisse rapidement sur le versant sud dans le haut des vallées de l'Ingour et du Rion ; les schistes cristallins, parmi lesquels se remarquent surtout les gneiss et les micaschistes, paraissent plonger sous le granit et recouvrent eux-mêmes les terrains plus récents, tandis que sur le versant nord ils reposent normalement sur le granit et constituent une haute région favorable au développement des glaciers. A l'est de l'Adaï-Khogh, les roches cristallines ne forment plus la ligne de séparation des eaux ; elles sont rejetées sur le versant nord, et, tout en s'élevant encore à des hauteurs imposantes dans les cimes du Tepli (4442m), du Sirkhoubarson (4153m), et du Guimaraï-Khogh (4783m), elles diminuent beaucoup d'épaisseur ; elles n'ont plus que cinq kilomètres de largeur dans la vallée du Térek et disparaissent entièrement un peu plus à l'est.

Un autre noyau cristallin, formé en majeure partie de granit et de syénite, constitue au sud du précédent le massif des montagnes Mesques ou montagnes de Souram. Il est dirigé du N.E. au S.O. et sépare le bassin de la Mer Noire de celui de la Mer Caspienne. Il est entouré de terrains mésozoïques et tertiaires en couches peu inclinées.

Une formation de schistes argileux d'une épaisseur considérable s'étend au sud des roches cristallines. Ce

sont des schistes gris et noirs faisant peu d'effervescence avec les acides, souvent ardoisiers, présentant un aspect soyeux ou lustré et pénétrés par des filons de quartz. Ils contiennent peu de restes organiques. Ils plongent au nord sous les schistes cristallins et forment à eux seuls de hautes montagnes dans plusieurs desquelles on remarque une structure en éventail bien caractérisée (chaîne du Latpari). M. Abich rapporte cette formation au terrain jurassique inférieur. Je l'ai classée dans le terrain paléozoïque, parce que : 1° le terrain jurassique qui lui succède et dans lequel on trouve des fossiles liasiques a des caractères bien différents; 2° ce même terrain jurassique contient beaucoup de fragments roulés des schistes argileux, ce qui prouve que ces derniers ont dû être consolidés et émergés au moment de sa formation ; 3° les schistes argileux qui sont peu développés sur le versant nord y sont disposés en couches verticales au milieu des roches cristallines dans les vallées de l'Ardon et de l'Ouroukh ; le terrain jurassique (lias avec *Cardinia, Rhynchonella tetraedra*, etc.) repose au contraire en couches peu inclinées sur cette dernière formation, de sorte que le dépôt des schistes argileux est antérieur au soulèvement principal de cette masse granitique, tandis que celui du terrain jurassique lui est postérieur, ce terrain n'ayant subi depuis son dépôt qu'un faible exhaussement ; 4° les seuls restes organiques que j'y ai trouvés sont ceux d'un fucoïde appartenant au genre *Bythrotrephis* Hall, genre essentiellement paléozoïque. Je ne saurais déterminer plus exactement l'âge de cette puissante formation. Elle appartient vraisemblablement au terrain silurien ou dévonien.

Les dépôts de houille sont fréquents dans le Caucase,

mais ils sont tous de l'époque jurassique; il n'en est aucun qu'on puisse rapporter à la formation carbonifère. Je n'ai reconnu, dans la région que j'ai parcourue, aucune trace des terrains permien, triasique et rhétien.

J'ai établi sur la carte géologique deux subdivisions dans le terrain jurassique.

Le terrain jurassique inférieur, très bien représenté sur les deux versants, paraît être un dépôt littoral marin, parfois même lacustre ou terrestre; il est formé de grès et de marnes souvent schisteuses; les grès prédominent dans la partie inférieure, les marnes dans la partie supérieure sur le versant nord; on observe sur le versant sud la disposition contraire. Ces couches sont pauvres en restes organiques; elles contiennent des restes de plantes terrestres, des couches charbonneuses et même des gisements de houille d'une grande importance (Tkvibouli dans l'Okriba, bassin du Kouban). Les plantes, peu nombreuses du reste, étudiées par M. Gœppert, constituent une flore qui a de la ressemblance avec celle de Scarborough, mais que ce savant paléontologiste est plutôt disposé à rapporter au lias. Les fossiles marins qu'on y trouve appartiennent soit au lias (*Ammonites thouarsensis*), soit à l'oolite inférieure et moyenne (*Ammonites Murchisonæ, torulosus, Humphriesianus, tripartitus*). Les couches, plongeant régulièrement vers le nord sur le versant septentrional, sont très contournées et plissées sur le versant méridional (Okriba, Letchkhoum, Radcha, etc.). Cette formation paraît avoir commencé à l'époque liasique et s'être continuée sans interruption jusqu'à l'époque bathonienne. Elle se retrouve dans le Daghestan, dans la chaîne de l'Elbrous persan où elle renferme aussi des gisements de houille, et dans la Crimée. Sa présence contredit l'opi-

nion exprimée par Murchison que le terrain jurassique n'est pas représenté dans la Russie d'Europe par des terrains plus anciens que le Kelloway-rock. On remarque dans ce dépôt beaucoup de roches éruptives, mélaphyres, diabases, porphyres pyroxéniques, dont les éruptions paraissent avoir été en partie contemporaines de sa formation. Beaucoup de ces porphyres (vallée du Tskhénistskhali, Syrkh-léberta, etc.) ont une grande ressemblance avec ceux du Tyrol méridional.

M. le professeur Tschermak a reconnu, dans les échantillons que j'ai rapportés, des téchénites semblables à celles de la Moravie et de la Silésie; elles ont fait éruption au milieu du terrain jurassique inférieur (Okriba, vallée du Rion), mais paraissent être d'une époque plus récente.

Le terrain jurassique supérieur est une formation essentiellement calcaire. Il est peu développé sur le versant sud, où il n'a été constaté que dans deux ou trois localités (Korta dans le Radcha, vallées de la Boudja et de la Tchériméla). Il est très puissant au contraire sur le versant nord, où il forme une haute chaîne secondaire de plus de 240 kilomètres de longueur et dont les plus hautes sommités sont celles du Kariou-Khogh (3423^{m}), du Misour-Dagh, du Kion-Khogh (3423^{m}), du Bermamout (2591^{m}), etc. Les couches coupées abruptement du côté sud s'abaissent vers le nord avec une pente qui est faible dans la partie orientale de la chaîne, mais qui devient de plus en plus rapide en avançant à l'est. On y reconnaît, de bas en haut, la succession suivante :

Calcaires contenant des fossiles des étages bathonien et callovien (*Ammonites Parkinsoni, funatus, macrocephalus, Rhynchonella varians*).

Couche pétrie de crinoïdes.

Oolite ferrugineuse avec *Belemnites hastatus*, *Ammonites Jason*, *lunula*, *athleta*, *coronatus*, *tortisulcatus*.

Calcaires compacts siliceux (*Cidaris coronata*, *florigemma*, *Scyphia*).

Calcaire dolomitique et cristallin à nérinées et *Diceras* (*Nerinea Bruntrutana*, *Defrancei*, *depressa*, *Moreana*, *Natica hemisphærica*, *Mytilus petasus*).

Calcaire à ptérocères.

L'épaisseur de ces calcaires jurassiques est d'au moins 800^{m} dans le bassin de l'Ardon.

Le terrain crétacé, très puissant dans le Caucase, est déposé en retrait sur le terrain jurassique supérieur sur le versant nord de la chaîne. Sur le versant sud, il repose presque partout sur le terrain jurassique inférieur. La coupe la plus remarquable est celle de Kislovodsk qui a été donnée par M. Abich. Le terrain néocomien commence par des calcaires compacts impurs et sableux, des couches marneuses fossilfères avec *Nautilus pseudo-elegans*, *Astarte neocomiensis*, *Lima Tombeckiana*, *Ostrea Couloni*, *Terebratula tamarindus*, *T. faba*; puis viennent des calcaires oolitiques ferrugineux et des couches passant au grès vert qui est épais et riche en fossiles, *Belemnites minimus*, *Ammonites Milletianus*, *Mayorianus*, *Velledæ*, *mammillaris*, *Deshayesi*, *Cardium Raulinianum*, *Trigonia alæformis*, etc. L'ensemble de cette formation est de 350^{m}. Elle est dominée par un escarpement de calcaires marneux, d'un gris blanchâtre, qui a 200^{m} de puissance à Kislovodsk et qui appartient à la craie blanche; on y trouve beaucoup d'inocérames (*I. Cripsii*) des *Ananchytes*, etc. Le contre-fort crayeux est à peu près parallèle au contre-fort jurassique dont il se rapproche cependant

en avançant à l'est par suite de la plus grande inclinaison des couches.

Le faciès des terrains crétacés est très différent sur le versant méridional. Le terrain néocomien y est représenté par des marnes et des grès sans fossiles. Ils sont surmontés par des calcaires et des dolomies qui appartiennent au terrain urgonien et qui jouent un rôle important dans l'orographie de ce versant; on y trouve les *Caprotina ammonia* et *Lonsdalii,* la *Terebratula Dutempleana,* etc. (Khvamli, Nakéral, Sotsaliko). La faune des calcaires de Koutaïs, rapportée au terrain néocomien par MM. Dubois et Abich, contient, à côté de beaucoup d'espèces nouvelles, les *Belemnites semicanaliculatus, minimus, Ostrea Couloni, Rhynchonella lineolata,* etc., et doit conséquemment être classée dans le terrain aptien ou dans le gault. Ce dernier terrain est du reste très peu représenté sur ce versant de la chaîne; il faut lui attribuer encore un grès vert, qui se voit à Khotévi, et des grès de la vallée de la Tchériméla, où j'ai recueilli en abondance le *Belemnites minimus* et l'*Ammonites Beudanti.* La craie est représentée par des calcaires jaunâtres à rognons de silex et des couches blanches marneuses et contient beaucoup de fossiles : *Belemnitella mucronata, Terebratula obesa, Ananchytes ovota, Micraster coranguinum* (Mt Lagori, Montagnes Mesques, Khvamli, etc.).

Comme l'a remarqué M. Abich, le terrain nummulitique n'existe pas sur le versant nord du Caucase. Il est peu représenté sur le versant sud; on en retrouve quelques traces au Khvamli, dans le haut de la vallée de la Liakhva, dans la vallée de l'Alassan et dans celle de la Jora. Le terrain miocène présente au contraire des dépôts puissants sur ce dernier versant. Le terrain sarmatique

se voit tout autour du bassin mingrélien dont le centre est recouvert par les alluvions. Il occupe les plaines de la Géorgie et le plateau de Satchkhéri où il repose en couches horizontales sur les terrains mésozoïques et le granit. La mer sarmatique envoyait des golfes profonds dans le Letchkhoum, le Radcha et dans la Carthalinie. Ces couches tertiaires, riches en fossiles (*Trochus podolicus, papilla, Cerithium rubiginosum, Modiola marginata, Cardium obseletum, Mactra podolica, Tapes gregaria,* etc.), sont très contournées et s'élèvent aujourd'hui à 1158^{m} dans le Letchkhoum, à 1552^{m} près de Djava dans le bassin de la Liakhva, et même, d'après M. Abich, à 2185^{m} sur les flancs du Chag-dagh dans le Daghestan. Le dernier soulèvement du Caucase est donc, comme celui des Alpes, postérieur à l'époque miocène. Entre le terrain nummulitique et les couches sarmatiques, M. Abich a observé dans le Daghestan des dépôts qui ont une grande ressemblance avec le flysch des Alpes et des couches à *Meletta.*

Les grandes éruptions volcaniques du Caucase datent de la fin de l'époque tertiaire et du commencement de l'époque quaternaire. Elles n'ont exercé que des actions tout à fait locales sur le soulèvement de la chaîne. Le cône de l'Ebrous (5646^{m}), formé d'une andésite quartzifère, a surgi au milieu des roches cristallines là où la partie occidentale du Caucase atteint sa plus grande largeur et où les formations sédimentaires sont le moins soulevées; celui du Kasbek (5043^{m}), constitué par une andésite moins quartzifère que la précédente, s'est développé au point de contact des roches cristallines et des schistes argileux, au point où la chaîne est le plus resserrée et les dépôts sédimentaires le plus redressés. Les

montagnes Rouges (3260^{m}) constituent près de là, non loin du col de la Croix, un autre centre d'éruptions ; elles sont formées d'une andésite pyroxénique. Plus à l'ouest, le plateau volcanique de Kély a donné naissance à des coulées d'andésites pyroxéniques dans les vallées du Ksan et de la Liakhva. D'autres éruptions moins importantes d'andésite, de basalte, de dolérite ont eu lieu sur divers points de la chaîne, mais surtout sur le versant sud. Ces dernières roches se voient particulièrement aux environs de Koutaïs où elles ont bouleversé les terrains crétacés et tertiaires. Une grande partie des coulées de lave sorties de ces grands centres d'éruptions se sont déversées sur de puissants dépôts de cailloux roulés (vallées du Baksan, du Térek, de l'Aragva, etc.).

J'ai ajouté, à la suite de mon dernier voyage, beaucoup de détails à ceux que j'ai donnés antérieurement sur les glaciers et le terrain glaciaire.

L'époque quaternaire a été marquée, dans le Caucase de même que dans les Alpes, par une extension considérable des glaciers. Ce développement paraît cependant avoir été beaucoup moins complet sur le versant sud que sur le versant nord. J'ai reconnu des dépôts glaciaires dans le haut des vallées du Rion (Haut-Radcha) et de l'Ingour (Haute-Souanétie), mais je n'ai pas pu en retrouver de traces à une distance un peu considérable de la chaîne centrale. Sur le versant nord, au contraire, le développement de la formation erratique présente des faits remarquables. Les glaciers ne paraissent pas être parvenus jusqu'à la plaine dans les vallées de la Malka et du Baksan ; mais plus à l'ouest, près de Naltchik (vallée Nsékan-sou), un grand dépôt de blocs erratiques se voit à l'entrée de la plaine. Dans la vallée du Térek on trouve

des blocs jusqu'à 30 kilomètres en avant du pied des montagnes. Dans toute cette région les dépôts glaciaires sont bien développés dans l'intérieur de la chaine. J'ai même constaté, après M. Abich, un dépôt erratique au Khod-vtsek, dans l'Alaguir à 2865m de hauteur sur la crête de la chaine calcaire séparée de la chaîne cristalline par une profonde vallée. Tous ces dépôts glaciaires sont riches en roches trachytiques, ce qui indique qu'ils sont en partie au moins postérieurs aux éruptions de ces roches.

L'absence de lacs sur les deux versants de la chaîne, formée cependant de roches tendres et sujettes aux érosions, est un fait digne de remarque et fournit un argument important contre la théorie du creusement des bassins lacustres par les glaciers.

Les neiges éternelles occupent environ 315 kilomètres de la longueur totale de la chaîne; la plus grande partie de cette région est représentée sur la carte jointe à mon ouvrage. Leur limite inférieure au-dessus du niveau de la mer est en moyenne, sur le versant sud, à 2925m dans la partie occidentale, à 3230m dans la partie centrale et à 3720m dans la partie orientale. Sur le versant nord, elle est de 300 à 450m plus élevée que sur le versant sud; elle est à 3400m environ sur les pentes nord de l'Elbrous. Le même phénomène se retrouve avec une différence encore plus frappante dans l'Himalaya; on peut l'expliquer en partie par le fait que ces deux chaînes sont exposées du côté sud à des vents humides, tandis que du côté nord elles ne reçoivent que les vents secs de la Russie et de la haute Asie.

J'ai déjà relevé antérieurement l'erreur qui consistait à croire le Caucase dépourvu de glaciers de premier or-

dre. Ils y sont au contraire nombreux, quoique cette chaîne présente à cet égard une infériorité relativement à celle des Alpes. En ne citant que ceux que j'ai visités moi-même, j'indiquerai, sur le versant sud, ceux du Trouïber, du Zanner, d'Adich, de Kaldé, du Tchkharr, du Rion, et, sur le versant nord, ceux du Baksan, de Bisinghi, du Fastag-Khogh, du Kaltchi-don et de Tséa. Contrairement à la disposition des névés, les glaciers descendent plus bas sur le versant nord que sur le versant sud. Les deux glaciers qui descendent le plus bas sur le versant méridional sont ceux du Zanner dans la Haute-Souanétie (2015^m) et du Rion (2130^m); la plupart des autres restent au-dessus de 2200 et 2400 mètres. Sur le versant nord, le glacier du Kaltchi-don ou de Karagam, magnifique glacier qui, au dire de M. Freshfield, ne peut se comparer en grandeur qu'au glacier d'Aletsch dans les Alpes, descend jusqu'à 1738^m d'après les mesures de M. Abich; plusieurs autres se terminent aux environs de 2000^m. Cette différence qui a lieu d'étonner après ce que je viens de dire sur la distribution des neiges s'explique facilement par le fait de la structure même du Caucase; en effet, la chaîne s'abaisse rapidement sur le versant sud au-dessous du niveau des neiges éternelles, de manière à ne laisser dans cette région qu'une zone de 5 ou 6 kilomètres de largeur, tandis que sur le versant nord la crête centrale se prolonge par des arêtes latérales en un grand nombre de hauts massifs montagneux qui forment de vastes réservoirs très favorables au développement des névés.

Des terrasses élevées, formées de sable et de cailloux roulés, se voient dans la plupart des grandes vallées du versant méridional. De grands dépôts de même nature

occupent la partie inférieure des vallées du Ksan et de l'Aragva. Un lac, déjà signalé par Dubois de Montpéreux, s'étendait à l'époque quaternaire entre le pied des montagnes et la chaîne de collines qui longe la rive nord du Kour entre Gori et Mtskhet; il recouvrait la plaine de la Carthalinie et recevait les eaux de la Liakhva, de la Medjouda et du Ksan. A l'ouest des montagnes Mesques, la plaine de la Mingrélie est entièrement occupée par les alluvions du Rion et de ses affluents. Ce fleuve qui sort des montagnes à Koutaïs dépose, par ordre de grosseur, les alluvions qu'il entraîne avec lui. A Orpiri on ne voit déjà plus de cailloux roulés. L'espace qui s'étend de ce village à la Mer Noire est occupé seulement par un sable fin argileux. Ce dépôt est très marécageux et s'élève peu au-dessus du niveau de la mer. Le Rion forme, en avant de son embouchure, une barre dangereuse pour la navigation.

La structure orographique et géologique des deux versants de la chaîne présente de grandes différences. Sur le versant nord de l'axe cristallin, les terrains mésozoïques et cénozoïques se sont déposés d'une manière régulière et forment aujourd'hui une série de couches plongeant vers le nord, disposées en retrait les unes sur les autres, de sorte qu'on trouve successivement en s'éloignant de la chaîne centrale les zones des terrains jurassiques inférieur et supérieur, du néocomien, du grès vert, de la craie et du tertiaire. Ce versant, lié géologiquement à la Russie continentale, n'a subi, depuis le commencement de l'époque jurassique, que des oscillations lentes du sol qui ont influé sur ses dépôts sans accidenter son relief, et le soulèvement qui a porté ces dépôts à la hauteur à laquelle ils sont aujourd'hui.

Le revers méridional de l'axe cristallin, beaucoup plus pénétré par des roches éruptives et voisin du plateau arménien, a été soumis à des oscillations, des plissements et des fractures qui ont donné aux dépôts sédimentaires une grande irrégularité. Je ne puis entrer ici dans les détails de cette structure ; je me contenterai d'en signaler un ou deux caractères : 1° le plongement presque général des couches antérieures au terrain crétacé vers le nord, dû probablement à la même cause dans les chaînes extérieures que dans la chaîne centrale où les schistes argileux plongent sous les schistes cristallins et ceux-ci sous le granit ; 2° la présence de grandes failles ; l'une d'elles à laquelle est due la disparition presque complète des roches calcaires à l'est des montagnes Mesques, se reconnaît dans les vallées de l'Aragva, du Ksan, de la Medjouda, de la Liakhva et dans le haut de celle de la Kvirila; une autre se voit dans les vallées du Rion et du Tskhénis-tskhali, entre Khidiskhari et Mouri. Ces faits montrent que la région qui s'étend au sud de l'axe des roches cristallines a été soumise à des actions bien différentes de celles qui ont agi au nord de cet axe. De grandes dislocations du sol, marquées par ces failles, ont été produites probablement par des affaissements survenus parallèlement à la chaîne cristalline, affaissements qui ont aussi occasionné la disparition presque complète des schistes cristallins et le plongement des couches vers le nord. Ce plongement, presque constant dans le terrain jurassique, n'a pas affecté les calcaires néocomiens et les couches qui leur sont supérieures, ce qui prouve que ces grandes dislocations ont eu lieu avant le dépôt de ces derniers terrains. Ceux-ci présentent des voûtes qui ne sont déjetées d'aucun côté, mais ils ont été également soumis

à d'importantes fractures. Le plissement des couches miocènes du bassin du Radcha et la hauteur à laquelle ces couches ont été portées sur tout le revers méridional prouvent que le dernier soulèvement de la chaîne a été le résultat d'actions au moins aussi énergiques que celles qui ont agi antérieurement sur son relief.

La carte géologique[1], sur laquelle j'ai consigné les observations que j'ai faites dans mon voyage, est naturellement encore incomplète et inexacte dans bien des détails; car je n'ai pu, dans le temps relativement court que j'ai eu à ma disposition, faire un relevé géologique précis d'une région plus vaste que la Suisse. C'est le premier essai tenté d'une carte de ce pays après celle de Dubois de Montpéreux qui représentait à une très petite échelle tout le Caucase et l'Arménie. Je la crois cependant suffisamment exacte pour pouvoir être, avec le texte qui l'accompagne, de quelque utilité aux futurs explorateurs du Caucase.

[1] A l'échelle de $^{1}/_{535000}$. Cette carte, qui a été dessinée d'après les cartes de l'état-major russe, a été exécutée dans le bel établissement géographique de MM. Wurster, Randegger et Cie, à Winterthur.

MÉTHODE

POUR LA

DÉTERMINATION DES INDICES DE RÉFRACTION DES PLAQUES DE VERRE

PAR

M. EILHARD WIEDEMANN.

(Communiqué par l'auteur.)

Pour la détermination de l'indice de réfraction des plaques de verre j'ai employé la méthode suivante qui est très-commode, et n'a pas, que je le sache, été employée jusqu'ici.

La lumière fournie par une lampe à gaz arrivait sur la fente d'un tube collimateur qui transformait les rayons divergents en un faisceau de rayons parallèles. Celui-ci tombait sur une auge formée de plaques de verre mastiquées et pleine d'huile de Cassia. Dans cette auge plongeait la plaque de verre soumise à l'expérience; elle était fixée à l'axe d'un théodolite sur le limbe duquel on lisait exactement les angles dont on la faisait tourner. Le faisceau de lumière, qui avait traversé l'auge et la plaque, était ensuite dispersé à l'aide d'un prisme, et le spectre, ainsi obtenu, était observé dans une lunette munie d'un réticule. Comme l'huile de Cassia possède un indice de réfraction plus fort que la plupart des sortes de verre, il peut se produire à la limite de l'huile et du verre une réflexion totale des rayons incidents. Lors donc qu'on tourne la plaque de verre d'abord normale au faisceau lumi-

neux, soit à droite, soit à gauche, il se produit une extinction graduelle du spectre, à commencer par les rayons les plus réfrangibles. On voit s'étendre sur le spectre comme un voile noire dont le bord indique la limite de la réflexion totale.

Si α désigne l'angle qui sépare deux positions symétriques de la plaque de verre correspondant toutes deux à la limite de l'extinction totale d'une raie spectrale donnée, $\sin\frac{\alpha}{2}$ est l'indice de réfraction de l'huile de Cassia avec le verre. En multipliant celui-ci par l'indice de réfraction de l'huile de Cassia dans l'air, on obtient l'indice de réfraction cherché de la plaque de verre. Plus les plaques de verre sont minces, plus les résultats donnés par cette méthode sont exacts. La détermination de l'indice de réfraction des liquides s'exécute de la manière suivante. Deux plaques de verre parallèles sont mastiquées l'une à l'autre en laissant entre elles une mince couche d'air. Lorsque celle-ci est trop mince, la limite de la réflexion totale n'est pas nette, parce qu'une portion de la lumière qui tombe sur l'angle de la réflexion totale pénètre dans la couche d'air et à travers celle-ci dans la seconde plaque de verre. — Si, au contraire, la tranche d'air est trop épaisse, la limite de la réflexion totale perd également sa netteté par suite de nombreuses raies d'interférence. En interposant entre les bords des deux plaques des lames de mica qu'on amincit graduellement, on arrive facilement à l'écartement convenable. Si l'on estime comme précédemment les limites de la réflexion totale, et que α ait la même signification que ci-devant, $\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}}$ sera l'indice de réfraction au passage de l'air dans le liquide.

Si l'on fait tourner les plaques de telle sorte que les rayons incidents forment des angles de plus en plus petits avec la normale à ces plaques, en partant d'une position voisine de la réflexion totale et un peu au delà, on observe des raies d'interférence qui passent sur le spectre dans le sens où se déplace la limite de la réflexion totale du rouge vers le bleu. Les angles d'incidence devenus plus petits que l'angle limite, le déplacement des raies d'interférence change de sens et s'effectue du bleu vers le rouge. Ces dernières sont les raies d'interférences qui se produisent ordinairement avec des couches plan-parallèles minces. La théorie des premières, la disposition exacte de l'appareil, les causes d'erreur, etc., feront l'objet d'un travail plus étendu [1].

[1] M. H. Dufour, étudiant, a eu l'obligeance de m'aider dans l'essai de cette méthode, je lui dois ici l'expression de ma reconnaissance.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

H. HERWIG. REMARQUE AU SUJET DE LA THÉORIE ÉLECTRIQUE DE M. EDLUND. (Extrait d'une lettre adressée à la Rédaction des *Archives*.)

« Le numéro d'octobre de votre journal renferme une analyse de la dernière publication de M. Edlund « Sur la théorie des phénomènes électriques. » Après avoir remarqué que ce savant y établit nettement la distinction entre la vitesse avec laquelle l'éther se meut dans le courant et celle avec laquelle ce mouvement se propage, l'auteur de l'article ajoute : « c'est pour avoir négligé d'observer cette différence « entre les deux vitesses en question que MM. Roiti et Herwig « sont arrivés aux objections qu'ils ont cru pouvoir élever « contre la théorie de M. Edlund. »

« Pour ce qui me concerne personnellement, je réponds que, bien loin d'avoir omis de faire cette distinction, j'en ai fait précisément la base de mes objections [1]. Ce n'est que dans sa dernière publication que M. Edlund, d'accord avec mes observations, a rectifié sa théorie sur ce point.

« Aix-la-Chapelle, le 13 novembre 1874. »

J.-H. GRONEMAN. HYPOTHÈSE SUR LA LUMIÈRE POLAIRE. (*Astronomische Nachrichten*, 1874, t. LXXXIV, nos 2010-2012.)

Grâce à l'attention toute particulière que notre illustre et regretté collaborateur Auguste de la Rive avait vouée à l'étude des aurores boréales à laquelle il a imprimé, par ses propres recherches et son ingénieuse théorie, une impulsion

[1] Voyez *Poggend. Annalen*, tome CL, p. 623.

considérable, nos lecteurs ont toujours été tenus très-régulièrement au courant de presque tous les travaux entrepris depuis un certain nombre d'années sur les conditions et les causes de ce phénomène. Nous tenons donc à esquisser ici en quelques mots une théorie nouvelle de la lumière polaire publiée récemment par M. Groneman[1], et qui s'écarte singulièrement, comme on va le voir, des idées le plus généralement admises maintenant dans cette branche de la science.

Suivant l'auteur, on doit attribuer à la lumière polaire une origine cosmique. Des amas de poussières météoritiques plus ou moins fines se trouvent répandues autour du Soleil, parcourant autour de l'astre central des orbites planétaires ou peut-être aussi des orbites paraboliques. Lorsque dans leur course ils viendront à rencontrer notre atmosphère et à y pénétrer avec une vitesse relative qui pourra être en moyenne de 40,000 mètres par seconde, ils y deviendront incandescents par l'effet du frottement, et suivant l'état de division dans lequel se trouvera la matière cosmique, ils apparaîtront sous la forme d'étoiles filantes ou de nuages lumineux (lumière polaire). De plus, ces poussières météoritiques, se composant en majeure partie de métaux magnétiques fer[2], nickel, etc., devront, en approchant de notre

[1] Les idées contenues dans le mémoire qui nous occupe ont été exposées, pour la première fois, en janvier 1872, dans le journal hollandais *Isis*, puis développées plus longuement dans ce même journal en avril 1873 et dans la revue allemande *Gaea* (t. IX, n° 5); un extrait de ce dernier article a paru dans l'*Ausland* (1873, n°s 23 et 24).

[2] Pour ce qui est de la présence du fer dans l'aurore boréale, l'auteur invoque les observations de M. Nordenskiöld (voyez *Archives*, numéro de novembre 1874) et les résultats fournis par l'analyse spectrale. M. Vogel a reconnu, en effet, la coïncidence entre plusieurs des raies de l'aurore et des raies du spectre du fer (voyez *Beobachtungen auf der Sternwarte zu Bothkamp*, I Jahrg.), et M. Gould a cru pouvoir établir l'identité de la raie jaune caractéristique de l'aurore (556,7 Angström) avec une raie du fer (voyez *Nature*, 14 novembre 1872). Ces coïncidences sont fort curieuses assurément, mais on ne comprend

globe et sous l'influence du magnétisme terrestre, se grouper en lignes magnétiques (rayons de l'aurore), comme la limaille de fer tombant sur un plan superposé aux pôles d'un aimant. L'auteur montre qu'animées même d'une vitesse planétaire ces poussières ont le temps de se grouper de la sorte depuis le moment où elles éprouvent l'influence des pôles terrestres jusqu'à celui où elles pénètrent dans notre atmosphère. D'ailleurs les rayons ne se dessinent pas toujours nettement dès l'origine de l'aurore. Les bandes aurorales perpendiculaires au méridien, telles qu'on les observe parfois, résulteraient de poussières plus particulièrement composées de substances diamagnétiques (une température élevée et l'état de division favorisant encore les propriétés diamagnétiques de certains corps, tels que les composés du carbone). A l'équateur il ne peut plus guère être question d'une distribution magnétique, et le frottement des poussières cosmiques dans l'atmosphère n'y produit plus qu'une illumination générale du ciel, qui serait la véritable cause de la clarté si vantée des nuits tropicales.

Nous ne pouvons pas suivre l'auteur dans les nombreux développements à l'aide desquels il adapte son hypothèse aux différentes particularités de l'aurore boréale. Il explique le fait que l'aurore s'allume généralement dans les premières heures de la nuit pour s'éteindre vers minuit par la direction et la vitesse moyenne des poussières cosmiques relativement à la terre, plus favorables à ces heures-là qu'à toute autre de la journée. Les variations annuelles auraient une cause analogue à celle des maxima des étoiles filantes, et à ce propos M. Groneman signale la date du 14 février comme ra-

guère comment il se pourrait faire que les vapeurs de fer incandescentes deviennent monochromatiques, ne donnant plus que cette seule raie jaune. A propos de cette raie, nous rappellerons, d'autre part, l'importante découverte de M. Lemström (voyez *Archives*, 1874, t. L, p. 232) qui observa cette réaction spectrale caractéristique de l'aurore boréale dans les lueurs électriques qui se produisent sur le sol recouvert de neige des régions polaires.

menant assez régulièrement des aurores boréales. La période de onze ans proviendrait de l'existence autour du Soleil d'un anneau elliptique de poussières cosmiques qui serait aussi la source de la lumière zodiacale. Les mouvements de l'aiguille aimantée résulteraient du voisinage de ces nuages magnétiques. Les phénomènes électriques qui acccompagnent l'aurore, le courant terrestre dont la direction n'est pas d'ailleurs bien fixe, les perturbations observées dans les appareils télégraphiques, et que certains auteurs comparent à celles qui ont lieu pendant les orages, l'augmentation d'électricité atmosphérique constatée par le Père Secchi[1] et par le Père Denza[2], seraient l'effet du dégagement d'électricité produit par le frottement des particules météoritiques contre l'air. L'origine cosmique du phénomène expliquerait tout naturellement la grande élévation à laquelle il s'observe généralement, et que l'auteur porte jusqu'à 80 milles géographiques.

Nous nous bornons, pour le moment, à ce court exposé, nous réservant de revenir sur cette importante question à propos de la polémique que le travail de M. Groneman ne manquera pas de soulever de la part des savants du nord mieux placés que d'autres pour observer la lumière polaire, et qui, pour la plupart, ont adopté la théorie électrique.

E. S.

G. QUINCKE. COURANTS ÉLECTRIQUES PRODUITS PAR L'IMMERSION SUCCESSIVE DE DEUX ÉLECTRODES DE MERCURE DANS UN LIQUIDE. (*Pogg. Annalen*, 1874, tome CLIII, p. 171.)

C'est un fait bien connu que la force électromotrice, développée à la limite d'un métal et d'un liquide, varie suivant que leur contact a été plus ou moins prolongé[3]. Cette altéra-

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1872, p. 585.
[2] *Comptes rendus*, 1872, p. 823.
[3] Voyez à ce sujet, *G. Wiedemann, Die Lehre vom Galvanismus*, Zweite Auflage, tome I, p. 754.

tion de la force électromotrice résulte souvent d'impuretés ou de modifications chimiques à la surface des électrodes, telles qu'absorption du gaz, oxydation, etc.: mais elle s'observe aussi en dehors de toute cause de ce genre. M. Quincke pense qu'on peut l'expliquer alors par une augmentation de densité que le liquide subirait au contact du métal. Lorsque deux électrodes identiques sont introduites successivement dans un même liquide, la première immergée serait déjà entourée, suivant cette manière de voir, d'une couche de liquide condensé, lorsqu'on plonge la seconde, et il devrait se produire alors un courant allant de l'électrode sèche et du liquide ordinaire au liquide plus concentré et à l'électrode mouillée. Ce courant donnerait à son tour la mesure de cette concentration du liquide à la surface du métal.

M. Quincke a fait une série de recherches en vue d'élucider cette question. Pour le métal des électrodes, il a choisi le mercure, comme plus facile à obtenir parfaitement pur et propre. Un tube de verre effilé à sa partie inférieure, plein de mercure et formant une des électrodes, plongeait dans un second tube rempli du liquide soumis à l'expérience et au fond duquel se trouvait une certaine quantité de mercure formant l'autre électrode. Le mercure, sortant goutte à goutte du tube effilé, tombait à travers le liquide au fond du tube inférieur, la surface d'une des deux électrodes mercurielles se renouvelait donc sans cesse, tandis que l'autre demeurait constamment mouillée, de là, production d'un courant qui allait toujours dans le même sens que les gouttes de mercure, soit de l'électrode sèche à l'électrode mouillée.

L'auteur a fait un grand nombre d'expériences avec divers liquides. eau distillée à la température ordinaire ou bouillante, eau acidulée, alcool pur, glycérine, acide chlorhydrique, chlorure de calcium, chlorure de sodium, ammoniaque. etc., et en évitant toutes les causes d'impureté pour le mercure et pour le liquide, il a toujours obtenu le même résultat, soit un courant allant dans le même sens que les gouttes de mercure.

M. Quincke a déterminé, en outre, la force électromotrice développée au contact du mercure avec ces différents liquides, et la constante de capillarité de ces surfaces de contact en vue d'établir la relation qui aurait pu exister entre elle et la force électromotrice produite par l'immersion successive des deux électrodes de mercure.

En terminant il résume comme suit les résultats de ses recherches :

1. Lorsqu'on plonge successivement dans un liquide indifférent, conducteur de l'électricité (eau, alcool, glycérine, dissolutions salines, acide chlorhydrique, etc.) deux électrodes de mercure reliées par le fil d'un galvanomètre, on observe un courant électrique qui va de l'électrode fraîchement humectée à celle qui est mouillée depuis plus longtemps.

2. L'intensité de ce courant électrique décroît à mesure que la résistance de la colonne liquide qui sépare les deux électrodes augmente.

3. La force électromotrice développée varie suivant la nature et la concentration des différents liquides; elle diminue lorsque la concentration de la dissolution saline augmente et peut atteindre jusqu'à 0,6 de la force électromotrice d'un élément de Daniell.

4. Cette force électromotrice est d'autant plus grande que le contact s'établit plus vite entre le liquide et l'électrode plongée en dernier lieu ; elle tend ainsi vers un maximum qui s'atteint très-vite avec des liquides visqueux comme la glycérine.

5. La force électromotrice produite ne dépend absolument pas de la grandeur de la constante de capillarité de la surface de contact entre le mercure et le liquide environnant.

6. L'origine de ces courants électriques se trouve probablement dans une modification de l'état moléculaire (concentration) que subit peu à peu le liquide dans la couche qui est en contact avec le mercure.

7. Par l'immersion successive de deux électrodes d'un mé-

tal solide, dans l'eau ou d'autres liquides, il se produit aussi un courant électrique, comme avec le mercure et pour le même motif.

8. Les courants produits par l'immersion successive de deux électrodes de mercure dans de l'acide sulfurique, de l'acide azotique, etc., sont dus surtout aux corps développés par l'action chimique produite sur le mercure; ce sont donc des phénomènes secondaires ou des courants de polarisation.

9. On peut par électrolyse, comme on le sait depuis longtemps, modifier la tension superficielle à la limite du mercure et de différents liquides conducteurs.

10. Cette modification peut consister, soit dans une augmentation, soit dans une diminution de la tension et changer de signe avec la direction et la durée du courant électrique.

11. Les modifications qu'on observe dans les phénomènes capillaires ne peuvent pas s'expliquer par l'action des substances déposées par électrolyse.

12. Comme des impuretés accidentelles et inévitables changent notablement la tension superficielle au contact du mercure avec d'autres liquides, c'est un procédé défectueux que celui qui consiste à déduire de la grandeur de cette tension superficielle la quantité de substance produite électrolytiquement, ou encore de celle-ci la mesure de courants électriques ou de forces électromotrices[1]. E. S.

[1] L'auteur condamne ici le principe sur lequel M. Lippmann a construit son électromètre capillaire. (Voyez *Archives*, 1874, tome L, p. 184.) Le mémoire que nous analysons ici se termine du reste par une critique détaillée du travail de M. Lippmann dont M. Quincke conteste une partie des résultats expérimentaux eux-mêmes, aussi bien que leur interprétation, tout en réclamant pour lui-même la découverte de la variation apportée par l'électrolyse à la constante de capillarité au contact du mercure et de l'eau (voyez *Pogg. Annalen*, tome CXXXIX, page 70), découverte que M. Lippmann n'a fait qu'étendre au cas de l'eau acidulée.

A. Kundt et O. Lehmann. Vibrations longitudinales et figures acoustiques dans des colonnes liquides cylindriques. (*Poggend. Annalen*, 1874, tome CLIII, p. 1.)

Lorsqu'il eut réussi à produire des vibrations longitudinales régulières dans une colonne d'air, et à rendre ce mouvement visible au moyen de ses nouvelles figures acoustiques, M. Kundt rechercha si cette méthode ne pouvait pas s'appliquer aussi aux colonnes liquides. Les tentatives qu'il fit dans cette voie demeurèrent longtemps infructueuses, mais la pratique acquise dans ces essais multipliés lui fit trouver enfin les conditions indispensables à la réussite de ces délicates expériences, lorsqu'en dernier lieu il reprit ce sujet avec le concours d'un de ses élèves, M. Lehmann.

Le procédé qu'ils employèrent est le même exactement que celui dont M. Kundt avait fait usage pour les gaz. La colonne liquide est contenue dans un tube de verre cylindrique horizontal, fermé à une de ses extrémités. Elle est mise en vibration à l'aide d'un second tube de verre plus étroit qui pénètre dans son intérieur par l'autre extrémité et est maintenu au moyen d'un bouchon de caoutchouc qui ferme le premier tube. On peut remplacer l'extrémité fermée du tube par une sorte de piston permettant de faire varier rapidement la longueur de la colonne liquide. Le tuyau de verre est disposé de manière à donner son ton secondaire, c'est-à-dire qu'il pénètre dans le liquide du quart de sa longueur totale.

La condition essentielle pour la production de vibrations longitudinales fortes et régulières, et c'est là sans doute qu'il faut chercher la cause de l'insuccès des tentatives précédentes, c'est qu'il n'y ait plus dans la colonne liquide la plus petite trace d'air ou d'un autre gaz dissous ou non. La présence de bulles d'air, à peine visibles à l'œil nu, empêche la production des vibrations sonores dans le liquide. Lorsqu'on opère avec de l'eau non bouillie, par exemple, en

ayant soin de chasser entièrement l'air du tube, on voit se produire, dès qu'on fait vibrer le tube de verre, des bulles qui augmentent lorsqu'on prolonge le mouvement vibratoire, et se réabsorbent, au contraire, au bout d'un certain temps de repos. *Les vibrations expulsent donc de l'eau l'air qui y était absorbé.*

Pour la production des figures acoustiques dans les liquides, il faut employer une poudre suffisamment fine et pesante ; celle qui a donné les meilleurs résultats est la limaille de fer. Ces figures elles-mêmes sont tout à fait semblables à celles que M. Kundt avait obtenues avec les gaz. La position des ventres et des nœuds de vibration dépend du mode de fermeture du tube à liquide ; si le bout est rigide (soufflé), le premier nœud en est tout près ; s'il est un peu élastique (bouchon de caoutchouc), le nœud est plus loin ; s'il est formé d'une membrane élastique, il s'y produit, au contraire, un ventre.

Lorsque les vibrations sont suffisamment intenses, et même en opérant avec de l'eau bouillie, on observe un trouble vers l'extrémité du tube de verre excitateur, les fortes vibrations brisent donc et pulvérisent l'eau.

Des figures acoustiques ainsi produites, on peut déduire la vitesse du son dans le liquide. Pour cela on n'a qu'à adapter à l'autre extrémité du tube excitateur un tube à air renfermant du lycopode et à déterminer le rapport des longueurs d'onde obtenues de la sorte avec le même ton dans le liquide et dans l'air. Les auteurs n'ont fait encore que quelques expériences avec de l'eau bouillie, en vue de reconnaître si cette méthode donne des résultats concordants avec la théorie et avec les mesures effectuées par d'autres expérimentateurs, en vue surtout de chercher la cause pour laquelle Wertheim et d'autres ont obtenu pour la propagation du son dans des tuyaux une vitesse tellement plus petite (1173^{m}) que celle qu'indique la théorie (1437^{m}), ou celle trouvée par Colladon et Sturm dans un espace d'eau illimité (1435^{m}).

Wertheim admettait, en effet, pour expliquer cette différence qu'une colonne liquide limitée ne se comporte point comme une masse liquide illimitée, mais comme une tige solide, la pression qui se transmet parallèlement à son axe n'ayant pas le temps de s'égaliser latéralement pendant la faible durée des oscillations. M. Helmholtz a contesté cette manière de voir en insistant sur le fait que la nature des parois, leur épaisseur, leur élasticité, le diamètre du tube, etc., influent sur la vitesse. Les auteurs ont reconnu, à l'aide d'un petit nombre d'expériences, que ce dernier point de vue était juste. Voici, en effet, quelques-uns des résultats qu'ils ont obtenus en opérant avec des tubes de verre d'épaisseur et de diamètre variables :

Épaisseur du tube.	Diamètre du tube.	Vitesse du son dans l'eau.
mm 2.2	mm 28,7	1039 mètres.
3,0	34,0	1218 »
3,0	23.5	1260 »
3,5	21,0	1357 »
5,0	16,5	1353 »
5,0	14,0	1383 »

Avec des parois de plus en plus épaisses on s'approche de plus en plus de la vitesse théorique, mais même avec une épaisseur beaucoup plus considérable il doit toujours se produire aux nœuds une compression de la paroi par le liquide. et de ce fait une modification de la vitesse de transmission.

Dans l'hypothèse de Wertheim, et si réellement la vitesse avec laquelle la pression s'égalise en tous sens n'est pas excessivement grande, il doit y avoir double réfraction. M. Kundt n'est parvenu à la constater ni dans l'eau ni dans des liquides visqueux comme l'huile et la glycérine.

Dans le cours de ses nombreuses tentatives pour faire rendre des vibrations sonores à des liquides, M. Kundt est arrivé à quelques résultats nouveaux et intéressants. Ainsi il

est parvenu à faire vibrer un tuyau à anche [1] dans l'eau et à lui faire rendre un son très-pur en réglant convenablement le robinet d'arrivée de l'eau.

L'auteur indique aussi un procédé très-commode pour faire vibrer une colonne fluide liquide ou gazeuse, et produire les figures acoustiques dans de grandes proportions. Il suffit pour cela de fermer une des extrémités de la colonne liquide au moyen d'une membrane élastique contre laquelle on applique l'extrémité d'un tube de verre ouvert aux deux bouts. En soufflant violemment à travers ce tube dans un cas, en y faisant arriver un jet d'eau dans l'autre cas, on fait vibrer la membrane et avec elle l'eau ou le liquide qui se trouve dans le grand tube. On peut de la sorte produire les figures de Kundt dans une simple éprouvette, contenant du lycopode et fermée au moyen d'une lame de caoutchouc.

E. S.

BOLTZMANN. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR L'ACTION ÉLECTROSTATIQUE A DISTANCE DES CORPS DIÉLECTRIQUES. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Vienne*, juillet 1873.)

L'auteur s'est donné la tâche de rechercher si dans le cas des bons isolateurs il se produit un mouvement de l'électricité dans les molécules isolées ou une rotation de ces molécules qui étaient d'abord polarisées ; en d'autres termes si, à l'approche d'un corps électrique, ces isolants produisent une action électrostatique à distance et si cette action a lieu instantanément. Ces recherches ont été faites avec deux balances de torsion à miroir. L'une des deux portait invariablement une boule de métal, l'autre portait une boule de la

[1] Wertheim était arrivé, au moyen de précautions multipliées, à faire rendre un son très-net à un tuyau à bouche plongé dans l'eau ; c'est même le procédé qu'il avait employé pour mesurer la vitesse du son dans l'eau. L'expérience n'avait pas encore été faite avec un tuyau à anche.

substance à étudier; auprès de chacune de ces deux boules en était suspendue une autre. Ces deux dernières étaient reliées à une seule et même bouteille de Leyde et étaient chargées tantôt positivement, tantôt négativement à différents degrés de tension. Les forces exercées sur de très-petites boules sont très-approximativement proportionnelles au carré des quantités d'électricité dont on les charge ainsi qu'à la déviation. Si l'on divise l'angle de rotation de la seconde balance par celui de la première, on a la valeur qu'eût atteint la rotation de la seconde si celle de la première avait été égale à l'unité. Il appelle ce quotient l'attraction réduite (reducirte Anziehung). Divisant l'un par l'autre les deux rapports ainsi obtenus pour une boule isolante recouverte de papier d'étain et pour une boule identique non recouverte, le quotient montre combien l'attraction sur une boule isolée conductrice est plus forte que sur une boule identique non conductrice à sa surface. Si l'on chargeait les boules pendant 22 à 90 secondes on obtenait pour ce quotient E, indépendamment de la nature de l'électricité employée : soufre, 2–2,150; parafine, 1,3–1,51; caoutchouc durci, 2,096; colophane, 1,650 à 1,695. Si l'on calcule E d'après la constante de diélectricité, les chiffres calculés et trouvés directement s'accordent pour le soufre; les autres corps subissent une attraction plus grande que celle qu'on obtient théoriquement. Cela tient à l'action électrique rémanante (à l'absorption électrique de Faraday), pour laquelle l'action change avec le temps.

Pour une charge qui se prolonge pendant dix minutes, l'attraction réduite demeure constante pour le soufre; pour la parafine, elle est au bout de trois minutes 1,82, au bout de dix minutes 2,237 fois aussi grande qu'au début; il en est de même à peu près de la colophane. Avec des charges qui durèrent de 1 à 2 secondes et $\frac{1}{150}$ de seconde, on a obtenu les valeurs suivantes d'E :

	1-2 secondes.	$\frac{1}{150}$ secondes.
Soufre	2,12	2,032
Parafine	2,98	3,315
Caoutchouc durci . .	1,307	2.168
Colophane	1,94-2,14	2,992

excepté dans le cas du soufre E est donc d'autant plus grand que la charge dure moins longtemps. W.

Dr Arthur Schuster. On unilateral conductility. Sur la conductibilité unilatérale. — Experiments on electrical vibrations. Expériences sur les vibrations électriques. (Extrait du *Philosophical Magazine*, octobre et novembre 1874.)

Les deux mémoires dont nous allons rendre compte ici ont trait à des phénomènes assez singuliers dont la cause paraît encore fort obscure.

Dans le cours de diverses expériences, l'auteur avait eu souvent l'occasion de remarquer que les courants électriques paraissaient traverser les fils de cuivre plus facilement dans un sens que dans l'autre. Il arrive fréquemment, en effet, que le galvanomètre indique des intensités différentes lorsqu'on renverse le sens du courant qui le traverse, comme si le même circuit était plus conducteur dans un sens que dans l'autre. C'est là le phénomène que le Dr Schuster a décrit sous le nom de conductibilité unilatérale. Bien qu'il ne soit pas encore parvenu à le reproduire toujours à volonté, il a cependant réussi à l'étudier d'une manière assez approfondie.

Dans ses premières expériences, il se servait de la pile comme source d'électricité ; mais la difficulté d'obtenir, par ce moyen, un courant constant l'a bientôt conduit à employer une méthode toute différente, qui consiste à faire tourner rapidement un aimant dans l'intérieur d'une bobine

d'induction faisant partie elle-même d'un circuit galvanométrique. L'aimant qui est fixé au disque d'une sirène mue par une soufflerie, tourne dans le plan de l'axe de la bobine. Avec cette disposition, et lorsque le circuit est à l'état qu'on doit appeler l'état normal, l'aiguille du galvanomètre reste stationnaire pendant la rotation, puisque les deux pôles produisent alternativement dans la bobine des courants induits de sens opposés. Il arrive cependant aussi, dans certains cas, qu'elle dévie fortement et que le sens de cette déviation change avec celui du courant. Ce fait ne peut guère alors s'expliquer autrement que dans l'hypothèse où le courant induit par l'un des pôles traverserait le circuit plus facilement que celui de sens inverse produit par le pôle contraire. Cette propriété de conductibilité unilatérale se manifeste, du reste, très-irrégulièrement, et son intensité varie souvent dans un même circuit. Aussi l'auteur ne la considère-t-il que comme une anomalie accidentelle dont la cause est encore à trouver.

Il a dû rejeter successivement plusieurs interprétations auxquelles il avait d'abord songé. C'est ainsi que, d'après certains indices fournis par ses premières expériences, il avait cru que cette différence de conductibilité pourrait résulter de la présence de l'air adhérant aux jointures du circuit, et offrant une résistance différente aux deux électricités contraires. Mais il n'a pas tardé à reconnaître que cette circonstance est sans effet sur le phénomène. La déviation du galvanomètre n'augmente, en effet, nullement lorsque l'on condense artificiellement de l'air aux extrémités des fils de l'appareil plongés à cet effet, pendant quelque temps, dans de la poudre de charbon. Il ne pense pas, non plus, que les courants thermoélectriques puissent entrer en ligne de compte malgré l'irrégularité des déviations observées. Enfin la direction de l'aiguille, qui, au début, se trouve placée perpendiculairement à la direction des courants induits, exclut

aussi, suivant lui, l'influence de la déviation bilatérale décrite par Poggendorff.

En résumé, M. Schuster arrivait donc à conclure son premier mémoire en disant que : *le courant produit par une force électromotrice dans un circuit composé, entièrement de fils de cuivre réunis au moyen de vis, peut, dans certaines circonstances, être différent de celui qui est développé par la même force électromotrice agissant en sens contraire.*

Dans son second mémoire, il fait connaître un autre phénomène qui n'est pas sans analogie avec le précédent. Il a eu, en effet, l'idée de rechercher quel effet produirait la rotation d'un aimant sur un circuit dépourvu de la conductibilité unilatérale et qui serait traversé par un courant continu. Il suffisait pour cela de joindre les électrodes d'une pile à l'appareil qui lui avait servi dans ses premières expériences. On comprend qu'en faisant varier la longueur du circuit compris entre les deux électrodes on parvient facilement à régler l'intensité du courant dérivé qui traverse le galvanomètre et la bobine, ainsi que l'énergie des vibrations électriques produites par la rotation de l'aimant. On peut aussi placer à volonté la bobine tantôt daus le circuit dérivé, tantôt dans le circuit principal de la pile. Or, dans ces diverses circonstances, et quelle que soit l'intensité du courant continu ou les positions relatives de la bobine et de la pile, il arrive toujours que la déviation initiale du galvanomètre augmente pendant la rotation de l'aimant. Par contre, tant que l'aimant est immobile, il n'exerce absolument aucune action sur la déviation produite par le courant permanent. M. Schuster notait donc d'abord la première déviation du galvanomètre pendant que l'aimant était immobile ; il interrompait ensuite le courant avant de faire tourner l'aimant, puis il observait de nouveau la déviation produite au premier passage du courant pendant la rotation. La différence entre ces deux déviations a été trouvée sensiblement proportionnelle à l'in-

tensité du courant permanent. En revanche elle décroît rapidement avec l'énergie des vibrations électriques produites par l'aimant.

Quant à la cause de cette singulière influence de la rotation de l'aimant sur l'intensité du courant permanent, elle n'est guère moins obscure que celle de la conductibilité unilatérale. Cette fois encore, M. Schuster a dû abandonner les premières explications qui s'offraient, pour ainsi dire, d'elles-mêmes. Les vibrations électriques, par exemple, sont sans action sur la force électromotrice de la pile, ainsi qu'il a pu s'en assurer en intercalant la bobine dans le circuit principal de la pile. On aurait pu croire aussi que ces vibrations pourraient produire un phénomène de déviation bilatérale par leur action sur le magnétisme du galvanomètre ; mais il ne saurait en être ainsi, car l'accroissement de la déviation reste le même lorsqu'on dispose l'aiguille du galvanomètre et l'axe de la bobine de telle sorte que la déviation bilatérale, si elle se produisait, tendît à diminuer cet accroissement des déviations.

En étudiant en détail les phases successives de la rotation de l'aimant, on arrive bien à reconnaître que le courant permanent doit agir sur le magnétisme de l'aimant de manière à produire une inégalité entre les deux courants induits ; mais cette inégalité est certainement beaucoup trop faible pour rendre compte des faits observés. M. Schuster se trouve ainsi conduit à deux interprétations différentes entre lesquelles il ne pense pas pouvoir encore se prononcer. La première consiste à supposer que, contrairement aux lois de Ohm, la résistance d'un circuit varie en raison inverse de l'intensité du courant qui le traverse. On comprend que, s'il en était ainsi, l'un des courants induits par l'aimant étant de même sens que le courant permanent, éprouverait une résistance moindre que l'autre, et qu'il pourrait en résulter une augmentation graduelle de ce courant permanent. Dans cette hypothèse, et en prenant pour base les données numé-

riques de ses propres expériences, l'auteur calcule que l'accroissement de déviation qu'il a observé doit correspondre à une diminution de résistance se montant à 0,0005 de la résistance totale du circuit. Cette altération de la résistance serait, pense-t-il, tout à fait inappréciable dans les expériences qui ont pour but la vérification des lois de Ohm.

Enfin la seconde explication, plus détournée et plus compliquée que la première, repose sur la considération des courants induits sur eux-mêmes. Il suppose que le courant induit dans son propre circuit, par un courant dont l'intensité s'accroît, doit être d'autant plus faible que le courant principal est lui-même plus fort. Il en résulterait que le courant induit par l'aimant dans le sens du courant permanent serait moins diminué par sa propre induction que le courant induit en sens inverse.

La section de physique de l'Association britannique, tenue cette année à Belfast, et devant laquelle a eu lieu la lecture de ce mémoire, a nommé une commission chargée de vérifier à nouveau les lois de Ohm, et l'auteur attend le verdict de cette commission avant de se prononcer pour l'une ou pour l'autre des deux hypothèses que nous venons de résumer.

C. de C.

Ed. HAGENBACH. APHORISMEN ZUR MOLECULARPHYSIK. APHORISMES DE PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. Br. in-4°. Bâle, 1874.

Le 2 juin 1874, l'Université de Bâle prenait solennellement possession d'un vaste édifice qui lui a été donné par la Société académique, association libre dont le but est de favoriser le développement des sciences en général. Ce nouveau bâtiment, dédié à la plus grande illustration scientifique de Bâle, porte le nom de Bernouillanum. C'est à l'occasion de cette cérémonie d'inauguration, et à la demande du Conseil de l'Université que M. le professeur Hagenbach a publié le mémoire dont nous allons faire connaître les traits principaux.

Ainsi qu'on va le voir, le but poursuivi par l'auteur est d'arriver à faire reposer enfin la physique moléculaire sur des conceptions métaphysiques réellement élémentaires. L'insuffisance de la théorie atomique, à cet égard, est déjà bien connue de tout le monde. Cette théorie fournit, il est vrai, un moyen commode de représenter le mécanisme des réactions chimiques et le jeu des forces physiques, mais elle n'aide en rien à l'intelligence des propriétés fondamentales de la matière qui sont tout aussi inexplicables lorsqu'il s'agit des atomes que lorsqu'il s'agit des corps formés par l'agrégation de ces atomes. La force de résistance de particules supposées parfaitement continues et homogènes, par suite sans élasticité, ne saurait, en effet, s'appliquer sans admettre que ces particules exercent par elles-mêmes une action croissant indéfiniment avec les forces qui agissent sur elles, ce qui serait d'ailleurs incompréhensible.

Leibnitz échappait, jusqu'à un certain point, à ces difficultés et aux contradictions qui en résultent au moyen de sa théorie des monades sans étendue qui a, par contre, le grave défaut de reposer sur une notion que notre esprit est inapte à réaliser. Boscowich a vainement essayé de faire accepter un autre système qui consiste à admettre que la matière est formée par des centres de force privés d'étendue comme les monades de Leibnitz, et, par conséquent, tout aussi peu intelligibles que celles-ci.

Cette dernière hypothèse a pourtant l'avantage logique de faire dériver les propriétés de la matière d'une conception qui est elle-même indépendante de ces propriétés. Aussi M. Hagenbach s'est-il décidé, après mûre réflexion, à revenir en principe au système de Boscowich, tout en lui faisant subir certaines modifications de manière à l'adapter à l'état actuel de la science, en y introduisant, entre autres, la notion de l'éther. Nous regrettons de ne pouvoir donner ici qu'un aperçu fort incomplet de ce mémoire intéressant dont les développements de détail peuvent seuls faire saisir la portée pratique.

Le monde physique, suivant l'auteur, ne se compose, en dernière analyse, que de centres de forces sans étendue et sans masse auxquels il donne le nom de monades, bien qu'il ne leur attribue nullement les propriétés des monades de Leibnitz.

Ces monades sont constamment animées d'un mouvement accéléré, et c'est l'accélération de ce mouvement qui, dans ce système, représente à elle seule la notion de force. La force qui agit entre deux monades est donc attractive ou répulsive, suivant que ces monades se rapprochent ou s'éloignent les unes des autres en vertu de l'accélération de leurs mouvements. La distinction entre l'éther et la matière proprement dite, se réduit alors à la seule considération du mouvement relatif de leurs particules sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir la notion de masse. L'auteur admet, en effet, que les monades de l'éther se repoussent entre elles, tandis qu'il y a attraction entre les monades de la matière proprement dite, ainsi qu'entre ces dernières et celles de l'éther. Ces attractions et répulsions ne dépendent, d'ailleurs, que de la distance rectiligne des monades. Elles varient en raison inverse de cette distance suivant une loi telle que la répulsion décroît plus vite que l'attraction à mesure que la distance augmente.

Les accélérations relatives de plusieurs monades peuvent rester les mêmes à toute distance, ou bien elles varient suivant l'intervalle qui sépare ces monades. Dans le premier cas ces monades sont dites de même espèce, tandis que dans le second cas elles sont considérées comme étant d'espèces différentes. Les différences spécifiques des éléments se trouvent donc ainsi réduites à la simple considération de leurs mouvements relatifs. A ce point de vue, les monades de l'éther sont supposées être toutes identiques, tandis que celles de la matière peuvent différer entre elles.

Jusqu'ici le système de M. Hagenbach ne s'écarte guère de

ceux de ses devanciers, ainsi qu'il le reconnaît lui-même. Mais il en est tout autrement pour ce qui regarde le mode de groupement des monades éthérées et des monades matérielles. Au lieu d'admettre que les monades éthérées enveloppent en grand nombre les monades matérielles, l'auteur suppose, en effet, que ce sont ces dernières qui se groupent autour de chaque monade éthérée comme autour d'un centre d'attraction commun. Ces groupes de monades matérielles avec leur monade éthérée centrale constituent les atomes des corps. Les monades matérielles de chaque atome forment ainsi comme une sorte de système planétaire dont le soleil serait représenté par la monade éthérée centrale autour de laquelle les monades matérielles circulent, en gravitant, comme autant de planètes. L'auteur admet, en outre, que l'attraction de la monade éthérée centrale pour les monades matérielles qui l'entourent est toujours beaucoup plus forte que celle qui s'exerce entre ces dernières. De là provient la grande résistance qu'offre la structure des atomes à l'égard de toutes les actions extérieures. Quant aux notions de masse et de densité, elles se réduisent, dans ce système, à la simple considération des nombres relatifs des monades matérielles qui entrent dans la composition des atomes ou de l'unité de volume des corps que l'on considère.

La force répulsive des monades éthérées décroissant plus vite que l'attraction des monades matérielles, on conçoit qu'il puisse se former des groupes d'atomes, soit molécules dont la résistance est moindre que celle des atomes.

Les monades matérielles de chaque atome circulent, ainsi que nous l'avons déjà dit, autour de leur monade éthérée centrale. A chaque atome et à chaque molécule correspond ainsi une certaine somme de force vive que M. Hagenbach nomme leur *énergie monadique.*

On comprend qu'il n'a pas de peine à trouver une formule simple qui exprime cette *énergie monadique* en fonction des

distances relatives des monades et de certains coefficients constants.

C'est la discussion détaillée de cette formule qui fournit ensuite l'interprétation des différents phénomènes généraux, tels que les changements d'état des corps, leur cristallisation, la capillarité, ainsi que la propagation de la chaleur et de la lumière. C. de C.

Alfred-M. Mayer. Researches on Acoustics, etc., part. 3. Expériences sur l'appareil auditif chez le Culex mosquito. (Extrait du *Americ. Journal*, août 1874.)

L'idée que les antennes sont en rapport plus ou moins intime avec l'appareil auditif des insectes est déjà fort ancienne. Elle se suggère d'elle-même si l'on considère que les fosses auditives, chez ces animaux, sont toujours situées tout près de la base des antennes, et que ces dernières accompagnent souvent d'autres organes beaucoup mieux adaptés à la fonction du tact. Dans un mémoire récent, M. le Dr Christophore Johnson[1] donne une description complète de l'appareil auditif du *Culex mosquito*. Chez le mâle, cet appareil se compose, suivant lui, de deux capsules pyriformes situées au-dessus des yeux et dans lesquelles s'implantent de longues antennes. Chacune de ces dernières est formée de quatorze articulations, dont douze courtes, presque égales entre elles, et deux plus longues et terminales munies à leurs bases d'un verticille de vingt courtes fibrilles. Chacune des courtes articulations porte antérieurement une ceinture de papilles portant des poils longs et raides. Un même nerf partant du premier ganglion cérébral se ramifie à la fois dans la capsule et les antennes. « La position des capsules, dit M. le Dr Johnson, nous frappe comme étant entièrement favorable à l'accomplissement de la fonction que nous leur attribuons; de même

[1] *Quarterly Journal of microscopical Society*, vol. III. Baltimore.

la structure anatomique des capsules, la disposition des nerfs et des verticilles de poils étalés, ainsi que les articulations des antennes me paraissent éminemment propres à la transmission des vibrations produites par les ondes sonores.»

Les recherches que M. le professeur Mayer poursuit depuis longtemps dans le champ de l'acoustique l'ont amené à s'occuper aussi du rôle joué par les antennes dans la perception des sons par les insectes, et c'est précisément ce même *Culex Mosquito* qui a fait l'objet de ses expériences. Pour étudier l'action du son sur les antennes de cet insecte, il a eu l'ingénieuse idée de fixer, au moyen de schellac, un mâle vivant de cette espèce sur le porte-objet d'un microscope. Faisant ensuite vibrer des diapasons rendant des sons déterminés, il observait l'effet de chaque son sur les poils des antennes. De cette manière il a bien vite reconnu que les poils de longueurs différentes vibraient très-inégalement sous l'influence des mêmes sons. Avec un diapason fournissant l'ut_4, par exemple, certains poils vibraient avec une ampleur exceptionnelle, tandis que d'autres restaient presque immobiles. En outre, les mêmes poils qui vibraient avec l'ut_4 étaient aussi beaucoup plus sensibles aux harmoniques de cet ut qu'aux autres notes. Afin de mieux comprendre l'action des ondes sonores sur les poils des antennes, l'auteur a ensuite étudié leur effet sur deux longues aiguilles en bois de pin, de même forme que ces poils, et dont les longueurs relatives étaient choisies de manière à être dans le même rapport que celles des poils qui vibrent avec les ut_4 et ut_3. Ces aiguilles étant fixées par l'une de leurs extrémités, on pouvait les faire vibrer en les écartant de la position horizontale, et il se trouvait que les nombres relatifs de leurs oscillations étaient dans le même rapport que ceux des ut_4 et ut_3.

Ces expériences ont permis à M. Mayer d'observer un fait d'acoustique des plus intéressants qui paraît l'avoir conduit à une découverte physiologique importante. Il a, en effet, constaté que ces aiguilles de bois vibrent, sous l'influence des

sons dont la direction est perpendiculaire à leur longueur, tandis que les ondes sonores qui les atteignent dans le sens de leur longueur sont sans action sur elles.

Revenant alors à l'étude des poils des antennes, l'auteur s'est assuré, par des expériences répétées, qu'ils ne vibrent aussi que sous l'influence des sons dont les vibrations sont perpendiculaires à leur direction, tandis qu'ils deviennent immobiles dès que leur direction coïncide avec celle des ondes. Il en a naturellement conclu que le *Culex mosquito* doit être dans d'excellentes conditions pour apprécier la direction du son. Or, c'est bien là, en effet, ce qui paraît ressortir de l'expérience suivante. Ayant placé sous le microscope un de ces insectes vivant, M. Mayer a observé ceux des poils de ses antennes qui vibraient à l'unisson d'un diapason qu'on transportait autour de l'instrument. Il faisait tourner lui-même le porte-objet jusqu'à ce que les poils cessassent de vibrer, et il marquait d'un trait la direction correspondant à cet état de repos. Or, il arrivait toujours que cette direction coïncidait avec celle du son rendu par le diapason mobile.

M. Mayer pense que cette expérience peut fournir l'explication de la manière dont les moustiques mâles s'orientent dans l'obscurité pour se rapprocher des femelles. « Ainsi que j'ai eu l'occasion de l'observer, dit-il, le chant de la femelle fait vibrer les poils de l'une des antennes du mâle plus fortement que celles de l'autre. L'insecte augmente alors l'angle de divergence de ses antennes de manière à amener les poils, situés à l'intérieur de cet angle, à être presque parallèles à l'axe de son corps qu'il tourne ensuite dans la direction de celle des antennes qui est le plus impressionnée. Il donne ainsi plus d'intensité aux vibrations de l'autre antenne. Lorsqu'il est arrivé à égaliser les vibrations des deux antennes, son corps se trouve enfin placé dans la direction du son, et il n'a plus qu'à diriger son vol en conséquence. »

Ainsi, d'après M. le professeur Mayer, le moustique serait muni d'un appareil auditif des plus perfectionnés en ce qui concerne l'appréciation des directions. Sous ce rapport, il l'emporterait même sur les vertébrés chez lesquels cette fonction directrice des antennes n'est qu'imparfaitement remplacée par les mouvements de la tête ou de l'oreille externe.

C. de C.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Dr Ernst Zeller. Ueber Leucochloridium paradoxum, etc. Sur le Leucochloridium paradoxum et sur le développement en distomes des larves qu'il contient. (*Zeitschrift für wiss. Zoologie*, vol. XXIV, 1874, 4me cahier, p. 564, planche XLVIII.)

Dans ce mémoire l'auteur donne quelques détails nouveaux sur le Leucochloridium et fait surtout connaître des expériences qui l'ont amené à découvrir en quelle espèce de Distome se transforment les cercaires contenues dans cette singulière nourrice. Nous insisterons plus particulièrement ici sur ce qui est relatif à la migration de ce trématode dans son hôte définitif.

En tenant en captivité des *Succinea*, M. Zeller a pu observer au travers des téguments l'accroissement du Leucochloridium. Il faut environ quatre semaines pour qu'un sac se développe de manière à devenir visible dans la partie antérieure du mollusque et trois semaines de plus pour qu'il ait acquis tout son développement.

Lorsqu'un des sacs a atteint ses dimensions définitives, et s'est mu pendant un certain temps dans le tentacule d'une Succinée, les téguments du mollusque s'amincissent assez dans cette région pour pouvoir se rompre sous l'action d'une faible pression exercée du dehors. Lorsqu'une rupture

de ce genre se produit, le Leucochloridium fait saillie hors du tentacule et continue assez longtemps à se mouvoir activement tout en adhérant encore à la base par son pédicule filiforme. Il peut être détaché artificiellement du mollusque sans que ce dernier paraisse trop souffrir de l'opération. La Succinée reste alors contractée pendant quelques heures, puis elle se met de nouveau à ramper et à prendre de la nourriture. Si on la maintient dans de bonnes conditions, il peut arriver qu'un autre sac se développe et remplace celui qui a été enlevé.

M. de Siebold avait émis la supposition que la larve (*Cercaria exfoliata*, Moulinié) contenue dans le Leucochloridium produisait le *Distomum holostomum* qui habite le rectum de plusieurs oiseaux de marais, tels que le *Rallus aquaticus*, la *Gallinula chloropus* et la *G. porzana*. M. Zeller, de son côté, avait observé des Succinées infestées de Leucochloridium dans des localités où les Échassiers que nous venons de citer ne lui paraissaient pas pouvoir se rencontrer, et qui étaient, par contre, habitées par divers oiseaux de la famille des Sylviadés. Il fut ainsi amené à admettre que ces derniers devaient être les vrais hôtes dans lesquels émigrait le Leucochloridium. Cette supposition lui sembla acquérir presque la valeur d'une certitude lorsqu'il eut trouvé dans un rouge-gorge le *Distomum macrostomum* Rud. dont l'organisation présente une concordance complète avec la larve contenue dans le Leucochloridium. Ce distome, dont l'auteur décrit l'organisation avec beaucoup de soin, n'a été observé jusqu'à présent que dans le rouge-gorge et dans d'autres espèces du même groupe, telles que le rossignol, une ou deux fauvettes, la bergeronnette grise et la printanière. Tous ces oiseaux sont insectivores ; aucun d'eux ne se nourrit de mollusques. M. Zeller supposa qu'ils arrachaient des tentacules de la Succinée le Leucochloridium, dont la ressemblance avec une larve d'insecte est si frappante. Pour vérifier cette hypo-

thèse, il présenta à un rouge-gorge apprivoisé une Succinée contenant des Leucochloridium qui s'avançaient dans les tentacules. Immédiatement l'oiseau se précipita sur un de ces sacs, l'arracha hors du tentacule et l'avala. Plusieurs autres expériences semblables donnèrent le même résultat. La plus intéressante fut celle dans laquelle un ver de farine ayant été posé à côté d'une Succinée, M. Zeller vit une fauvette à tête noire saisir d'abord le Leucochloridium et ensuite le ver de farine. Dans toutes ces expériences, l'on pouvait observer que l'oiseau, après avoir saisi et arraché le Leucochloridium d'un seul coup de bec, l'avalait, tantôt immédiatement, tantôt seulement après l'avoir frappé à quelques reprises contre le plancher de la cage ou le perchoir, se comportant ainsi exactement comme le font les oiseaux insectivores avec leur nourriture habituelle.

D'après le succès de ces premières expériences, M. Zeller avait le plus grand espoir de voir confirmer son hypothèse par l'autopsie des oiseaux. Aussi, quel fut son désappointement de ne pas trouver un seul *Distomum macrostomum* dans trois rouges-gorges et une fauvette à tête noire qu'il disséqua quelques semaines après leur avoir vu avaler les Leucochloridium ! Il se demanda alors si les larves de Distomes contenues dans les Leucochloridium avalés n'étaient pas *mûres* ou si peut-être la nourriture artificielle (Stubenfutter) des oiseaux en question n'avait point exercé une influence nuisible sur les parasites. Afin d'éviter ces causes d'insuccès, il fit de nouvelles tentatives en employant cette fois des Succinées tenues depuis longtemps en captivité et contenant des larves de Distomes dont le développement devait être suffisamment avancé. Il prit en outre, au lieu d'oiseaux de volière, des jeunes à l'état de liberté, mais encore dans le nid. Ces oiseaux furent enfermés avec leurs nids dans de petites cages et laissés dans un endroit où ils pussent être nourris par leurs parents.

Trois séries d'expériences faites dans ces conditions sur des fauvettes babillardes (*Curruca garrula*), des fauvettes à tête noire et des bergeronnettes furent couronnées d'un plein succès. Les Distomes s'étaient fixés dans le rectum en grand nombre et bien vivants; leurs organes reproducteurs présentaient un état de développement plus ou moins avancé selon le temps plus ou moins long pendant lequel ils avaient séjourné dans le canal intestinal de leur hôte. Chez certains d'entre eux, on voyait les oviductes remplis d'œufs, dont quelques-uns se montraient même déjà colorés en un jaune intense.

Le développement de la larve du *Distomum macrostomum* en animal adulte est très-rapide, et la production des œufs paraît commencer déjà six jours après la migration.

M. Zeller complète son mémoire par quelques observations sur les espèces voisines du *D. macrostomum*, ainsi que sur les hôtes qui nourrissent ces différents Distomes. Il estime que Diesing a eu tort de réunir au *D. macrostomum* les *D. erraticum* et *D. ringens* de Rudolphi. D'autre part, il s'est assuré que le *D. mesostomum* Rud., qui se trouve dans le mauvis, le bouvreuil, le gros-bec et le verdier est bien distinct du *D. macrostomum*. Par contre le *D. holostomum* Rud. du râle d'eau, de la poule d'eau ordinaire et de la marouette, que M. de Siebold avait supposé être l'état adulte des larves du Leucochloridium, présente tous les mêmes caractères que le *D. macrostomum* dont il ne diffère absolument que par la taille. Sa longueur est de $^1/_4$ à 2 $^1/_2$ lignes, tandis que celle du *D. macrostomum* n'est que $^1/_2$ à $^2/_3$ ligne. Ces deux formes sembleraient donc ne constituer qu'une seule et même espèce qui atteindrait des dimensions plus grandes dans les échassiers que dans les passereaux.

L'auteur conclut par quelques remarques sur le singulier mimétisme offert par le Leucochloridium, dont les ressemblances avec une larve d'insecte ne peuvent manquer de

frapper tous ceux qui examinent ce singulier parasite. Pour M. Zeller cette apparence, destinée à tromper les oiseaux insectivores, a une signification téléologique, car elle ne sert pas à la protection ou à la conservation de l'être en question, mais amène au contraire sa destruction. Il est vrai que cette destruction est accompagnée du développement des larves contenues dans son intérieur; « mais, ajoute l'auteur, personne ne peut supposer que notre Leucochloridium sacrifie ainsi sa propre existence pour assurer celle de sa progéniture. » D'accord ! Seulement aucun naturaliste a-t-il jamais prétendu que le mimétisme, cette ressemblance protectrice, était due à un effet de la volonté de l'être qui imite ? C'est bien mal comprendre la théorie du mimétisme, et, par conséquent, celle de la sélection, que de croire qu'elle attribue les modifications de l'espèce à des actes volontaires des individus, et nous regrettons de voir M. Zeller se servir des faits intéressants qu'il a découverts pour étayer un raisonnement pareil.

Dans la grande lutte pour l'existence, l'espèce est tout, l'individu presque rien, et quoi de plus heureux pour la conservation de l'espèce que cette imitation trompeuse qui amène le sacrifice d'un individu sans organes, comme le Leucochloridium, pour assurer aux larves du Distome leur transport dans l'intestin d'un oiseau insectivore où elles peuvent acquérir leur développement définitif et devenir aptes à se reproduire. A. H.

Édouard van Beneden. Distinction originelle du testicule et de l'ovaire. (*Journal de Zoologie* de Paul Gervais. Tome III, p. 396, n° 5, 1874.)

Si tous les anatomistes sont d'accord aujourd'hui pour reconnaître que, chez les Cœlentérés, les œufs et les zoospermes se développent entre l'ectoderme et l'endoderme, ils

sont loin de s'entendre sur la question de l'origine première de ces produits. Kölliker, Allman et Hæckel les font dériver de l'endoderme, tandis que Keferstein et Ehlers, Claus, P.-E. Müller, F.-E. Schulze et Klinenberg les considèrent comme se formant aux dépens de l'ectoderme.

M. Éd. van Beneden tranche cette question litigieuse d'une manière tout à fait neuve et inattendue. Il ne donne complétement raison ni tort à personne, mais renvoie en quelque sorte les plaideurs dos à dos. L'on n'admettait jusqu'à présent que deux alternatives, dont l'une devait être vraie et l'autre fausse; or, il y en avait une troisième à laquelle aucun naturaliste n'avait paru songer. D'après les observations du savant anatomiste belge, les œufs des Polypes proviendraient de l'endoderme et les zoospermes de l'ectoderme. C'est du moins ce que l'auteur a reconnu chez l'*Hydractinia echinata* et la *Clava squamata* par une série d'observations qui paraissent avoir été faites avec le plus grand soin et mériter toute confiance.

Il nous est impossible de suivre M. van Beneden dans l'exposé détaillé qu'il nous donne de ses recherches, aussi nous contenterons-nous de reproduire ses conclusions :

« Chez les Hydractinies :

« 1° Les œufs se développent exclusivement aux dépens des cellules épithéliales de l'endoderme. Ils restent, jusqu'au moment de leur maturité, entourés par les éléments de l'endoderme.

« 2° Le testicule et les spermatozoïdes se développent aux dépens de l'ectoderme ; cet organe résulte de la transformation progressive d'un repli cellulaire primitivement formé par invagination.

« 3° Il existe dans les sporosacs femelles, un rudiment d'organe testiculaire; dans les sporosacs mâles, un rudiment d'ovaire. Les sporosacs sont donc morphologiquement hermaphrodites. »

Tels sont les faits. L'auteur en tire des conclusions fort intéressantes sur le rôle de chacune des deux membranes primitives de l'embryon. L'ectoderme pourrait être considéré comme le feuillet mâle et l'endoderme comme le feuillet femelle. Mais pour admettre une généralisation semblable, il faudrait avoir constaté que dans les différents embranchements les choses se passent comme chez les Hydractinies. Certaines données relatives au développement des organes reproducteurs des vertébrés semblent cadrer avec la théorie; toutefois elles ne sont pas encore parfaitement claires, et, d'autre part, l'on a de la peine à comprendre comment les organes générateurs des Hélicées et encore mieux la glande hermaphrodite d'un grand nombre de Lamellibranches pourraient provenir de deux feuillets distincts. Aussi, tout en reconnaissant la grande importance qu'ont les observations faites par M. van Beneden sur les Hydractinies, nous ne pouvons pas encore accepter sa théorie comme applicable à l'ensemble du règne animal. A. H.

Dr B.-N. DYBOWSKY. BEITRÆGE ZUR NÆHEREN KENNTNISS, etc. RECHERCHES SUR LES GAMMARIDES DU LAC BAÏKAL. (*Horæ Societ. Entomol. Russicæ.* Beiheft zum X Bande; in-4°. avec trois planches coloriées et onze planches noires. Saint-Pétersbourg, 1874.)

Nous avons rendu compte précédemment [1] des recherches de M. Dybowsky sur les Phoques et les Planaires du lac Baïkal. Le présent mémoire nous révèle l'existence dans ce vaste lac d'une faune d'Amphipodes remarquable par une abondance et une variété de formes spécifiques auxquelles on était certainement loin de s'attendre.

Gerstfeldt. dans un mémoire publié en 1858. avait décrit

[1] Voyez *Archives*, tome XLVIII, p. 89, septembre 1873.

sept espèces de Gammarus trouvées dans différents fleuves de Sibérie et dans le lac Baïkal. D'après ce que l'on sait des faunes d'eau douce, il n'y avait pas lieu de supposer que ce nombre dût être beaucoup augmenté. Or, aujourd'hui M. Dybowsky fait connaître 97 espèces de Gammarides à peu près toutes nouvelles. Elles proviennent presque exclusivement du Baïkal; un petit nombre seulement remontent en été à l'embouchure de ses tributaires, et il n'y en a que très-peu qui habitent d'une manière permanente les rivières. Nous ne croyons pas qu'aucune région du globe ait fourni un contingent d'Amphipodes d'eau douce qui se rapproche de celui-ci pour le nombre des espèces. Il est curieux, par exemple, de comparer sous ce rapport la faune de la Sibérie avec celle de la Norwége que nous connaissons par le beau travail de M. G.-O. Sars[1]. En Norwége les Gammarides d'eau douce sont représentés par quatre espèces seulement, c'est-à-dire sont vingt-quatre fois moins nombreux que dans la région du Baïkal. Une des espèces de la Scandinavie, le *Gammarus* (*Pallasea*) *cancelloides*, lui est commune avec la Sibérie ; une autre, le *Gammarus neglectus*, est à peine distincte du *Gammarus pulex* qui fait partie de la faune du Baïkal. Si nous comparions le nombre relatif des genres admis par chacun des deux auteurs, nous trouverions des différences remarquables ; en effet, M. Dybowsky n'admet que deux genres pour ses 97 espèces (*Gammarus*, 96 espèces ; *Constantia*, nov. gen., une espèce), tandis que les quatre espèces de M. Sars rentrent dans quatre genres différents. Mais le genre est quelque chose de bien plus subjectif encore que l'espèce, et nous ne doutons pas que, traitée par certains auteurs, tels que M. Spence Bate, par exemple, la faune des Gammarides du lac Baïkal n'eût fourni matière à la création de nombreuses coupes génériques. Le *Gammarus cancelloides* Gerstf.,

[1] *G.-O. Sars*. Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norwége : Malacostracés. Christiania, 1867.

maintenu par M. Dybowsky dans son ancien genre, est pour MM. Sp. Bate et Sars la *Pallasea cancelloides*. M. Dybowsky explique les raisons pour lesquelles il n'a pas démembré le genre Gammarus. S'il a agi ainsi, c'est que les modifications que l'on observe dans les différentes parties du corps présentent des gradations nombreuses qui lient en un seul tout les formes les plus extrêmes. On peut en outre observer que les passages graduels que présentent chaque groupe d'organes ou chaque partie sont sans corrélation avec ceux que l'on constate dans d'autres points de l'organisme. On retrouve dans les espèces les plus éloignées une conformation semblable de certaines parties qui montrent par contre une structure toute différente chez des espèces voisines. Il y a là une sorte d'entrelacement des caractères ne permettant que l'établissement de coupes artificielles, et justifiant, ce nous semble, la marche suivie par l'auteur. Le seul genre nouveau, qu'il a nommé *Constantia*, se distingue par la conformation de ses deux paires d'antennes modifiées de manière à jouer le rôle d'organes locomoteurs. Leur fouet manque d'organes sensitifs et est muni de deux rangées de longues soies raides qui leur donnent une apparence plumeuse. Il n'y a pas de fouet appendiculaire. Toutes les pattes sont longues et grêles, surtout la seconde paire de pattes marcheuses (quatrième péréiopode) et la première paire de pattes sauteuses. La seule espèce rentrant dans ce genre (*C. Branickii*) ne se tient pas sur le fond, comme les Gammarus: elle est pélagique, et, comme d'autres crustacés de surface, elle a un corps complétement transparent; on ne l'aperçoit dans l'eau que grâce à la couleur noire de ses yeux. Il est impossible, en lisant ce qu'en dit l'auteur, de ne pas penser au *Cystosoma Neptuni*, autre Amphipode d'une transparence presque parfaite qui mène une existence pélagique dans l'Atlantique et l'Océan indien.

Malgré les modifications graduelles qu'elles présentent

dans leurs différents organes, les espèces sibériennes du genre Gammarus sont assez distinctes les unes des autres par l'ensemble de leurs caractères; il y en a même un grand nombre qui sont remarquables par leurs formes, leurs proportions ou leurs ornements. Certaines d'entre elles, relativement gigantesques, atteignent une longueur totale de 118 à 120 millimètres: mais l'on rencontre en beaucoup plus grande abondance des espèces de petite taille ; il y a même des formes naines dont la longueur totale ne dépasse pas 7 à 8 millimètres.

Toutes les profondeurs du lac ont fourni des Gammarides; la plus grande profondeur à laquelle M. Dybowsky ait jusqu'à présent poussé ses draguages, celle de 1373 mètres, s'est montrée aussi peuplée que la zone littorale, bien que le nombre des espèces y soit plus faible qu'à des niveaux supérieurs. Toutefois cette pauvreté relative me semble devoir être attribuée à ce que l'exploration des grandes profondeurs est accompagnée d'assez grandes difficultés. M. Dybowsky ne doute pas que des recherches plus suivies, conduites entre 500 et 1300 mètres, ne fussent récompensées par la découverte de nouvelles espèces.

La plupart des Gammarides du lac Baïkal qui vivent peu profondément sont vivement colorés; mais, avec l'augmentation de la profondeur, on voit la coloration diminuer graduellement, et les espèces qui habitent au-dessous de 700 mètres offrent une coloration plus ou moins blanchâtre. Quelques variétés, provenant de profondeurs plus grandes que le type spécifique auquel elles se rattachent, se distinguent par la pâleur de leur corps et de leurs yeux, et aussi, dans certains cas, par les formes plus allongées et plus grêles de leurs appendices locomoteurs. A. H.

BOTANIQUE.

Comte F. Castracane. Le diatomee nell' eta del carbone. Les diatomées de l'age de la houille. (Extrait des *Actes de l'Académie pontificale des Nuovi Lincei*, février 1874.)

La structure de la houille a été déjà souvent étudiée au moyen de coupes assez minces pour pouvoir être examinées au microscope. On n'avait pu jusqu'ici y reconnaître la présence des diatomées qui échappaient, sans doute, grâce à leur petites dimensions. M. le comte Castracane, persuadé que les diatomées devaient avoir déjà existé à l'époque de la formation de la houille, a eu l'heureuse idée d'examiner au microscope des cendres de charbon de terre au lieu des coupes que l'on avait étudiées jusqu'alors. De cette manière il est arrivé, dit-il, à constater la présence d'un grand nombre d'espèces de diatomées dans de la houille qu'il avait reçue de Liverpool. Chose singulière, ces diatomées appartiennent, pour le plus grand nombre, à des genres ou à des espèces d'eau douce.

La présence, cependant, d'espèces marines mêlées à celles d'eau douce semble prouver que les terrains dans lesquels cette houille s'est formée étaient en communication plus ou moins fréquente avec la mer.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1874.

Le 1er, brouillard presque tout le jour, sauf quelques heures de l'après-midi.
2, brouillard tout le jour.
3, brouillard presque tout le jour, sauf quelques heures de l'après-midi.
4, id. id.
5, id. id.
6, brouillard le matin.
7, brouillard presque tout le jour.
8, brouillard le matin jusqu'à 11 heures, puis clair.
10, léger brouillard par intervalles.
11, brouillard le matin.
12, forte bise dans la soirée, dans la nuit suivante et jusqu'au lendemain à midi.
14, forte bise depuis le matin à 6 heures jusqu'au lendemain à 2 heures après midi; elle a été très-violente toute la journée du 14 et jusqu'au lendemain matin.
16, neige le matin, puis pluie; la hauteur de la neige était de 25^{mm} à 8 heures du matin; elle a fondu dans la journée.
19, pluie très-abondante, avec raffales du SSO.
27, neige le matin et le soir, hauteur totale de la neige tombée 25^{mm}; cette neige a disparu dans la plaine dès le lendemain.
28, légère chute de neige, brouillard presque tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

	mm
Le 1er à 10 h. matin	733,18
7 à 8 h. matin	737,95
13 à 10 h. matin	720,80
15 à 8 h. soir	725,61
18 à 8 h. matin	729,42
22 à 10 h. matin	727,23
24 à 10 h. soir	728,12

MINIMUM.

	mm
Le 2 à 4 h. après midi	731,45
12 à 2 h. après midi	716,79
14 à midi	717,29
17 à midi	719,14
19 à 10 h. soir	718,58
23 à 2 h. après midi	724,68
30 à 8 h. soir	712,04

GENÈVE. — NOVEMBRE 1874.

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	732,39	+ 6,04	+ 4,99	— 2,07	+ 0,3	+ 9,4	6,30	—0,13	937	+ 94	830	1000	...	...	SO. 1	0,81	—	—	109,5
2	732,09	+ 5,73	+ 6,10	— 0,78	+ 3,9	+ 8,0	6,63	+0,28	936	+ 93	860	980	...	...	SE. 1	0,97	13,0	+ 1,2	109,7
3	732,33	+ 5,96	+ 5,32	— 1,39	+ 2,0	+ 9,9	6,14	—0,13	922	+ 79	770	1000	...	...	SO. 1	0,82	12,8	+ 1,1	105,5
4	733,52	+ 7,14	+ 5,68	— 0,86	+ 2,5	+ 8,6	6,54	+0,35	936	+ 92	770	1000	...	...	variable	0,83	12,7	+ 1,2	106,5
5	733,31	+ 6,92	+ 5,51	— 0,86	+ 4,0	+ 9,5	6,17	+0,06	915	+ 71	760	990	...	...	variable	0,72	12,6	+ 1,2	102,8
6	736,02	+ 9,62	+ 5,48	— 0,72	+ 3,0	+10,0	6,19	+0,15	912	+ 68	780	990	...	...	variable	0,60	12,6	+ 1,3	102,6
7	737,03	+10,62	+ 5,03	— 1,00	+ 1,0	+ 9,3	6,33	+0,36	950	+106	790	1000	...	...	SSO. 1	0,78	12,5	+ 1,4	100,5
8	736,45	+10,02	+ 6,30	+ 0,44	+ 1,9	+11,2	6,39	+0,49	879	+ 35	710	990	...	...	variable	0,37	—	—	100,3
9	735,68	+ 9,23	+ 6,49	+ 0,80	+ 1,3	+ 9,1	6,05	+0,22	816	— 29	720	910	...	...	NE. 1	0,99	12,3	+ 1,4	103,0
10	730,06	+ 3,59	+ 5,20	— 0,32	+ 2,2	+ 9,9	5,74	—0,02	855	+ 10	720	940	...	...	variable	0,48	12,1	+ 1,3	100,5
11	724,47	— 2,02	+ 4,95	— 0,41	+ 1,1	+10,0	5,06	—0,63	770	— 75	460	1000	2,0	2	N. 1	0,96	11,8	+ 1,2	96,4
12	718,07	— 8,44	+ 2,60	— 2,59	+ 0,4	+ 5,1	2,77	—2,85	517	—328	360	750	...	...	NNE. 2	0,43	11,7	+ 1,2	98,0
13	719,80	— 6,73	+ 1,38	— 3,65	— 1,9	+ 4,9	3,09	—2,46	627	—218	360	800	...	...	NE. 2	0,23	10,1	— 0,3	100,8
14	717,79	— 8,76	+ 1,15	— 3,71	— 1,6	+ 2,5	3,47	—2,01	691	—155	620	750	...	...	NNE. 4	0,66	9,8	— 0,4	103,0
15	724,14	— 2,43	+ 0,48	— 4,22	— 2,3	+ 2,2	3,62	—1,79	767	— 79	600	940	...	..	NNE. 2	0,46	—	—	100,9
16	720,45	— 6,15	+ 0,88	— 3,66	— 2,1	+ 4,1	4,60	—0,75	928	+ 82	800	990	5,1	12	variable	1,00	9,7	— 0,3	93,3
17	720,43	— 6,20	+ 6,70	+ 2,32	+ 3,0	+11,1	6,03	+0,74	817	— 29	650	980	14,6	13	variable	1,00	9,8	0,0	93,0
18	728,49	+ 1,80	+ 4,13	— 0,09	+ 2,4	+ 8,0	5,58	+0,35	904	+ 57	760	1000	6,1	9	variable	1,00	9,8	+ 0,1	94,5
19	723,29	— 3,43	+ 9,22	+ 5,16	+ 7,1	+10,9	7,25	+2,08	829	— 18	760	870	34,6	21	SSO. 2	1,00	9,7	+ 0,1	96,7
20	721,41	— 5,34	+ 4,78	+ 0,87	+ 3,0	+10,1	4,46	—0,65	707	—140	500	890	2,6	3	variable	0,92	8,1	— 1,4	99,5
21	725,66	— 1,12	+ 3,11	— 0,65	+ 1,1	+ 5,1	4,38	—0,67	786	— 62	610	960	...	...	NE. 1	0,80	7,3	— 2,1	106,5
22	726,49	— 0,32	+ 0,66	— 2,95	— 2,7	+ 6,0	3,73	—1,27	775	— 73	620	940	...	...	variable	0,34	—	—	109,7
23	724,99	— 1,85	— 0,50	— 3,96	— 2,0	+ 1,1	3,29	—1,66	746	—103	670	780	...	...	NE. 1	0,99	8,3	— 0,8	104,3
24	727,44	+ 0,57	— 0,45	— 3,76	— 2,6	+ 2,1	3,20	—1,70	722	—127	630	800	...	...	NE. 2	0,19	7,8	— 1,2	107,0
25	726,25	— 0,65	— 2,91	— 6,08	— 5,6	— 0,5	2,69	—2,16	743	—107	630	910	...	...	NNE. 1	0,66	7,8	— 1,1	107,1
26	722,46	— 4,47	— 2,97	— 5,99	— 7,4	+ 0,8	3,08	—1,72	825	— 25	720	910	...	...	variable	0,81	7,7	— 1,0	106,0
27	721,19	— 5,77	— 1,73	— 4,61	— 3,8	— 0,4	3,88	—0,87	955	+104	880	970	1,9	6	SO. 1	1,00	7,6	— 1,0	106,5
28	719,78	— 7,22	+ 0,22	— 2,52	— 2,7	+ 2,2	4,42	—0,28	938	+ 87	750	990	0,9	1	SSO. 1	0,99	7,6	— 0,9	104,8
29	716,79	—10,24	+ 7,44	+ 4,85	+ 0,3	+11,3	6,01	+1,36	750	—102	610	860	6,2	6	SO. 1	0,86	—	—	107,0
30	714,41	—12,66	+ 9,12	+ 6,67	+ 4,9	+12,8	4,89	+0,28	563	—290	470	730	...	...	SO. 1	0,66	7,9	— 0,4	108,0

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	734,26	734,69	734,74	734,05	733,25	733,08	733,36	733,62	733,75
2e »	721,93	722,17	722,17	721,65	721,35	721,64	722,14	722,30	722,40
3e »	722,69	722,90	723,03	722,64	722,23	722,25	722,31	722,51	722,60
Mois	726,29	726,58	726,65	726,11	725,61	725,66	725,93	726,14	726,25
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 4,15	+ 4,51	+ 6,13	+ 7,59	+ 8,85	+ 8,13	+ 5,84	+ 4,72	+ 4,73
2e »	+ 2,62	+ 2.89	+ 3,87	+ 4,77	+ 5,56	+ 4,85	+ 4,10	+ 3,57	+ 3,38
3e »	— 0,41	— 0,25	+ 1,49	+ 2,78	+ 3,38	+ 2,71	+ 2,11	+ 1,54	+ 1,22
Mois	+ 2,12	+ 2,38	+ 3,83	+ 5,04	+ 5,93	+ 5,23	+ 4,02	+ 3,27	+ 3,01
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,95	6,06	6,45	6,56	6,59	6,54	6,35	6,05	5,99
2e »	4,28	4,60	4,71	4,76	4,76	4,78	4,62	4,63	4,50
3e »	3,77	3,84	3,97	4,02	4,17	4,08	4,11	4,05	3,93
Mois	4,67	4,83	5,05	5,11	5,17	5,13	5,03	4,91	4,81
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	964	958	916	840	774	810	916	945	955
2e »	763	807	759	721	692	726	738	764	753
3e »	841	842	763	709	704	741	762	796	786
Mois	856	869	813	757	723	759	805	835	831

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 2,21	+ 9,49	0,74	+12,57	—	104,1
2e »	+ 0,91	+ 6,89	0,77	+10,06	65,0	97,6
3e »	— 2,05	+ 4,05	0,73	+ 7,75	8,0	106,7
Mois	+ 0,36	+ 6,81	0,74	+10,12	73,0	102,8

Dans ce mois, l'air a été calme 1,5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,35 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 50°,7 E., et son intensité est égale à 14,52 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1874.

Du 1er au 10, ciel très-clair et presque sans aucun nuage.
Le 11, brouillard depuis 10 heures du matin.
12, brouillard le matin et le soir.
13, brouillard le matin jusqu'à 8 heures, clair après.
14, brouillard le matin, neige le soir; cette neige, tombée en petite quantité par une forte bise, n'a pas pu être recueillie.
15, brouillard le soir.
16, neige tout le jour et brouillard.
17, neige tout le jour et brouillard, très-forte bise.
18, id. id.
19, id. id.
20, neige jusqu'à 4 h. après midi, brouillard tout le jour; la neige recueillie pendant ces cinq jours est probablement trop faible, une partie ayant été emportée par la bise qui soufflait avec une grande violence.
21, neige dans l'après-midi, brouillard tout le jour.
22, léger brouillard au milieu du jour, clair le matin et le soir.
Du 23 au 26, ciel presque toujours parfaitement clair.
29, neige au milieu du jour, ciel clair le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 7 à 8 h. matin	572,67	Le 3 à 4 h. après midi	568,48
13 à 10 h. matin	553,21	12 à 4 h. après midi	551,02
15 à 10 h. soir	556,81	14 à 4 h. après midi	549,05
18 à 10 h. soir	561,80	17 à 6 h. matin	552,04
22 à midi	557,99	20 à 6 h. matin	550,95
24 à 10 h. matin	557,74	23 à 8 h. soir	556,60
28 à 10 h. soir	556,41	26 à 6 h. matin	554,21
		30 à 2 h. après midi	555,35

SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1874.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim				
1	569,27	+ 5,97	569,20	569,44	+ 1,92	+ 5,08	+ 0,6	+ 4,0	.....	.....	....	SO.	1	0,08
2	568,85	+ 5,62	568,59	569,23	+ 2,25	+ 5,55	+ 0,6	+ 4,8	.....	.....	....	SO.	1	0,11
3	568,82	+ 5,66	568,48	569,35	+ 1,11	+ 4,55	— 0,8	+ 3,7	.....	.....	....	SO.	1	0,14
4	569,70	+ 6,60	569,02	570,20	+ 0,97	+ 4,55	— 0,8	+ 3,4	.....	.....	....	SO.	1	0,03
5	569,93	+ 6,89	569,69	570,57	+ 0,44	+ 4,16	— 2,0	+ 3,2	.....	.....	.. .	SO.	1	0,04
6	571,61	+ 8,63	570,51	572,34	+ 0,14	+ 4,00	— 1,2	+ 2,6	.....	.....	....	NE.	1	0,02
7	572,44	+ 9,52	572,17	572,67	+ 1,54	+ 5,53	+ 0,6	+ 4,5	.....	.....	....	NE.	1	0,19
8	571,11	+ 8,25	570,82	572,10	+ 1,05	+ 5,17	— 0,5	+ 3,5	.....	.....	....	NE.	1	0,11
9	570,71	+ 7,91	569,97	571,49	— 0,37	+ 3,88	— 2,2	+ 1,7	.....	.....	....	NE.	1	0,00
10	565,79	+ 3,04	564,48	567,64	— 0,80	+ 3,58	— 1,4	+ 0,7	.....	.....	....	NE.	1	0,00
11	559,41	— 3,29	557,21	561,50	— 4,39	+ 0,12	— 7,2	— 1,4	.....	.....	....	NE.	1	0,84
12	551,72	—10,93	551,02	552,44	—12,17	— 7,52	—13,3	—10,0	.....	.....	....	NE.	1	0,87
13	552,56	—10,04	551,96	553,21	—14,21	— 9,43	—15,0	—12,4	.....	.....	....	NE.	1	0,23
14	549,55	—13,00	549,05	550,82	—15,92	—11,02	—16,8	—14,0	.....	.....	....	NE.	2	0,84
15	555,33	— 7,17	552,87	556,81	—12,71	— 7,69	—15,4	— 9,8	.....	.....	....	NE.	1	0,84
16	554,39	— 8,07	553,59	555,21	— 8,33	— 3,19	—10,4	— 6,0	200	12,4.	....	NE.	2	1,00
17	553,38	— 9,04	552,04	556,33	— 6,71	— 1,45	—10,5	— 4,0	150	9,3.	....	NE.	3	1,00
18	560,55	— 1,83	559,46	561,80	— 7,57	— 2,19	—11,2	— 5,2	170	10,4.	....	NE.	2	1,00
19	557,07	— 5,27	554,60	559.63	— 5,25	+ 0,24	— 5,5	— 4,5	280	15,0.	....	NE.	2	1,00
20	553,08	— 9,22	550,95	555,56	—11,30	— 5,70	—11,7	—10,2	90	6,5.	....	NE.	3	1,00
21	557,12	— 5,14	556.48	557,62	—11,95	— 6,24	—12,9	—10,2	85	6,8.	....	NE.	1	1,00
22	557,78	— 4,45	557,63	557,99	—14,13	— 8,31	—15,0	—12,3	.....	.....	....	NE.	1	0,31
23	556,83	— 5,36	556,60	557,08	—11,52	— 5,59	—13,8	—10,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
24	557,48	— 4,67	557,30	557,74	—13,99	— 7,96	—16,1	—11,0	.....	.....	....	NE.	1	0,13
25	556,21	— 5,91	555,43	556,96	—11,75	— 5,64	—16,0	— 9.2	.....	.....	....	NE.	1	0,07
26	554,92	— 7,17	554,21	555,59	—11,93	— 5,70	—13,3	— 9,2	.....	.....	....	variable		0,00
27	555,29	— 6,77	555,06	555,63	— 8,28	— 1,95	— 9.2	— 6,8	.... .	.....	....	SO.	1	0,66
28	555,60	— 6,43	554,85	556,41	— 7,58	— 1,15	— 9,4	— 5,4	.....	.....	....	NE.	1	0,40
29	555,82	— 6,18	555,51	556,37	— 3,87	+ 2,66	— 6,4	— 0,8	80	7,4.	....	SO.	1	0,63
30	555,49	— 6,48	555,35	555,65	— 7,37	— 0,74	— 7,8	— 5,0	....	.....	....	SO.	1	0,29

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	569,94	569,99	569,95	569,86	569,75	569,67	569,83	569,85	569,89
2e »	554,51	554,89	554,77	554,51	554,40	554,52	554,82	555,02	555,23
3e »	556,06	556,21	556,25	556,25	556,24	556,32	556,39	556,42	556,46
Mois	560,17	560,37	560,33	560,20	560,13	560,17	560,35	560,43	560,52
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,62	+ 0,38	+ 1,35	+ 2,91	+ 3,14	+ 2,02	+ 0,65	+ 0,33	— 0,11
2e »	—10,20	— 9,45	— 8,48	— 8,41	— 8,67	— 9,23	—10,23	—10,69	—10,74
3e »	—11,40	—10,11	— 9,94	— 8,52	— 8,64	— 9,70	—10,31	—10,36	—10,54
Mois	— 7,41	— 6,39	— 5,69	— 4,67	— 4,72	— 5,64	— 6,63	— 6,91	— 7,13

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 0,71	+ 3,21	0,07	—	—
2e »	—12,70	— 7,75	0,86	53,6	890
3e »	—11,99	— 7,99	0,35	14,2	165
Mois	— 8,47	— 4,18	0,43	67,8	1055

Dans ce mois, l'air a été calme 1,9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,51 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 66,67 sur 100.

* Voir la note du tableau.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME LI (NOUVELLE PÉRIODE)

1874. — N°s 201 à 204.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1874. Tomes XLIX à LI (Nouvelle période)

H

J

K

